



Esta obra está bajo una [Licencia
Creative Commons Atribución-
NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN -TARAPOTO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO VECINAL CAPIRONA,
PORVENIR, ZANCUDO, SOLEDAD, DISTRITO DE PAJARILLO –
PROVINCIA DE MARISCAL CÁCERES – REGIÓN SAN MARTIN**

Tesis para optar el título profesional de
INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Bach. Jorge Francisco Llanca Cubas

Bach. Jorge Armando Polo Rucoba

ASESOR:

Ing. Juvenal Vicente Díaz Agip

Tarapoto - Perú

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN -TARAPOTO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO VECINAL CAPIRONA,
PORVENIR, ZANCUDO, SOLEDAD, DISTRITO DE PAJARILLO –
PROVINCIA DE MARISCAL CÁCERES – REGIÓN SAN MARTIN**

Tesis para optar el título profesional de
INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Bach. Jorge Francisco Llanca Cubas

Bach. Jorge Armando Polo Rucoba

Sustentado y aprobado ante el honorable jurado el día 03 de noviembre del 2017

Ing. M.Sc. VÍCTOR EDUARDO SAMAMÉ ZATTA

Presidente

Ing. ERNESTO ELISEO GARCÍA RAMÍREZ

Secretario

Ing. M.Sc. RUBÉN DEL ÁGUILA PANDURO

Miembro

Ing. JUVENAL VICENTE DÍAZ AGIP

Asesor

Declaratoria de Autenticidad

Jorge Francisco Llanca Cubas identificado con el DNI N° 70089341 y **Jorge Armando Polo Rucoba** identificado con el DNI N° 40649449, egresados de la facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con la tesis titulada: **DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO VECINAL CAPIRONA, PORVENIR, ZANCUDO Y SOLEDAD, EN EL DISTRITO DE PAJARILLO – PROVINCIA DE MARISCAL CÁCERES – REGION SAN MARTÍN.**

Declaramos bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de nuestra auditoria.
2. Hemos respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada no total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 03 de noviembre del 2017



DNI N° 70089341



DNI N° 40649449

DECLARACIÓN JURADA

Jorge Francisco Llanca Cubas identificado con el DNI N° 70089341 con domicilio legal Jr. Francisco Pizarro S/N – San Rafael y **Jorge Armando Polo Rucoba** identificado con el DNI N° 40649449 con domicilio legal Jr. Tnte Jiménez Chávez N° 292 - Lima, a afecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, **DECLARO BAJO JURAMENTO**, que todos los documentos, datos e información de la presente tesis y/o Informe de Ingeniería, son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por la cual me someto a lo dispuesto en las Normas Académicas de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 03 de noviembre del 2017



.....

Firma



.....

Firma

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres: LIANCA CUBAS JORGE FRANCISCO	
Código de alumno : 113118	Teléfono: 964011542
Correo electrónico :	DNI: 70089341

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de: INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de: INGENIERÍA CIVIL

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título: DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO VECINAL CAPIRONA, PORVENIR, ZAMUDO, Y SOLEDAD EN EL DISTRITO DE PASARILLO - PROVINCIA DE MARISCAL CÁCERES - REGIÓN SAN MARTÍN.
Año de publicación: 2017

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".



Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento:

25 / 07 / 2018



Firma del Responsable de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM - T.

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	POLO RUCOBA JORGE ARMANDO		
Código de alumno :	203946	Teléfono:	950986696
Correo electrónico :	jorge3081@hotmail.com	DNI:	40649449

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de:	INGENIERIA CIVIL

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título:	" DISEÑO GEOMETRICO DEL CAMINO VECINAL CAPIRONA, PORVENIR, ZANCUDO Y SOLEDAD DISTRITO DE PASAJILLO, PROVINCIA DE MARISCAL CÉSPEDES - REGIÓN DE SAN MARTÍN "		
Año de publicación:	2017		

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

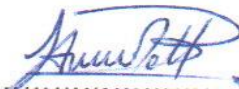
7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".


.....
Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento:

25 / 07 / 2018



.....
Firma del Responsable de Repositorio
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso
Abierto de la UNSM - T.

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, salud, iluminar mi camino para cumplir mis metas y por regalarme unos padres maravillosos.

A mis padres, por enseñarme que en esta vida todo se obtiene con esfuerzo, los amo.

A mis hermanos, por su comprensión y apoyo constante en esta nueva etapa de mi vida profesional.

Jorge Francisco

A Dios por darme la oportunidad de vivir y estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente.

A mis padres Armando y Haylenemith por darme la vida y una crianza lleno de amor y buenos valores, asimismo a mis padrinos Julio y Anita por quererme mucho y creer en mí, esto también se lo debo a ustedes.

A mis hermanas, Jessica y Diana por estar conmigo y apoyarme siempre las quiero mucho.

A mi esposa Patricia e Hijas Arianna, Astrid, Almendra y Andrea, a todas ellas por ser mi mayor motivación para seguir adelante, las amo con toda mi alma.

Jorge Armando

AGRADECIMIENTO

A mi papá, por todo lo que me está enseñando de la vida, demostrándome que nada es fácil y si quiero obtener algo, que sea con esmero y dedicación.

A mi mamá, por ser mi complemento, mi compañera en todo momento.

Jorge Francisco

A Dios, por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar dificultades y permitirme un logro más en mi vida.

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros se los debo a ellos entre los que incluye este. Me formaron con moral y ética, y me motivaron contantemente para alcanzar mis anhelos.

Y finalmente a mi asesor Ing. Juvenal Vicente Diaz Agip por apoyarme en todo momento.

Jorge Armando

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE.....	viii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN.....1

1.1	Generalidades.....	1
1.2	Exploración preliminar orientado la investigación.....	1
1.3	Ubicación del proyecto.....	2
1.3.1	Acceso a la zona del proyecto.....	5
1.3.2	Población.....	8
1.3.3	Población beneficiaria.....	8
1.3.4	Características socioeconómicas.....	9
1.3.5	Servicios existentes.....	10
1.3.6	Estado actual de la carretera.....	11
1.3.7	Climatología.....	12
1.3.8	Justificación.....	12

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....13

2.1.1	Antecedentes, planteamiento, delimitación y formulación del problema a resolver	13
2.1.1	Antecedentes del Problema.....	13
2.1.2	Planteamiento del Problema.....	14
2.1.3	Delimitación del Problema.....	14
2.1.4	Formulación del Problema.....	14
2.2	Objetivos.....	15
2.2.1	Objetivo General.....	15
2.2.2	Objetivos Específicos	15
2.3	Justificación del proyecto.....	15
2.4	Delimitación del proyecto.....	15

2.5	Marco Teórico.....	16
2.5.1	Antecedentes de la Investigación.....	16
2.5.2	Marco Teórico y Conceptual.	16
2.5.2.1	Estudio del trazo definitivo.....	17
2.5.2.1.1	Reconocimiento de la zona en estudio.....	17
2.5.2.1.2	Reconocimiento de la zona en estudio.....	18
2.5.2.1.3	Ubicación de los puntos inicial, final y puntos obligados de paso.....	18
2.5.2.1.4	Selección de la mejor ruta	19
2.5.2.1.5	Levantamiento topográfico.....	19
2.5.2.1.7	Selección del tipo de vía y parámetros de diseño.....	21
2.5.2.1.7.1	Según su jurisdicción.....	21
2.5.2.1.7.1.1	Sistema nacional	21
2.5.2.1.7.1.2	Sistema departamental.....	21
2.5.2.1.7.1.3	Sistema vecinal.....	22
2.5.2.1.7.2	Clasificación funcional de la red vial.....	22
2.5.2.1.7.2.1	Carreteras longitudinales.....	22
2.5.2.1.7.2.2	Carreteras transversales.....	22
2.5.2.1.7.2.3	Carreteras colectoras.....	22
2.5.2.1.7.2.4	Carreteras locales.....	22
2.5.2.1.7.3	Clasificación por importancia de la vía.....	22
2.5.2.1.7.3.1	Carreteras duales.....	23
2.5.2.1.7.3.2	Carreteras 1ra clase.....	23
2.5.2.1.7.3.3	Carreteras 2da clase.....	23
2.5.2.1.7.3.4	Carreteras 3ra clase.....	23
2.5.2.1.7.3.5	Trochas carrozales.....	23
2.5.2.1.7.4	Clasificación según sus condiciones orográficas.....	23
2.5.2.1.7.4.1	Carretera tipo 1	23
2.5.2.1.7.4.2	Carretera tipo 2.....	23
2.5.2.1.7.4.3	Carretera tipo 3.....	24
2.5.2.1.7.4.4	Carretera tipo 4.....	24
2.5.2.1.8	Trazado del eje longitudinal.....	36
2.5.2.1.9	Nivelación del eje longitudinal.....	36
2.5.2.1.10	Seccionamiento transversal.....	37
2.5.2.2	Estudio de suelos y canteras.....	39

2.5.2.2.1	Generalidades.....	39
2.5.2.2.2	Ensayos generales.....	39
2.5.2.2.3	Ensayos de control o inspección.....	39
2.5.2.2.4	Ubicación y estudio de canteras.....	40
2.5.2.3	Hidrología y drenaje.....	42
2.5.3	Marco histórico.....	45
2.6	Hipótesis.....	45

CAPÍTULO III MATERIALES Y METODOS.....46

3.1	Materiales.....	46
3.1.1	Recursos humanos.....	46
3.1.2	Recursos materiales y servicios.....	46
3.1.3	Recursos de equipos.....	46
3.2	Metodología de la Investigación.....	47
3.2.1	Universo, muestra y población.....	47
3.2.2	Sistema de variables.....	47
3.2.3	Diseño del método de la investigación.....	47
3.2.4	Diseño de instrumentos.....	48
3.2.4.1	Fuentes técnicas e instrumentos de selección de datos.....	48
3.2.5	Procesamiento de la información.....	48
3.2.6	Diseño geométrico.....	48
3.2.7	Introducción a la geometría de la vía.....	49
3.2.8	Estudio de tráfico.....	50
3.2.9	Criterios a considerar para un estudio de trafico vehicular.....	51
3.3	Metodología.....	56
3.4	Trafico generado y desviado.....	60

CAPÍTULO IV RESULTADOS.....63

4.1	Estudio de topografía.....	63
4.2	Diseño geométrico.....	68
4.3	Levantamiento de datos e informaciones disponibles.....	69
4.4	Geometría del trazo.....	71
4.5	Conclusiones.....	85

CAPÍTULO V	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	86
5.1	Análisis y discusión de resultados.....	86
5.2	Diseño geométrico de la carretera.....	87
5.3	Contrastación de Hipótesis.....	87
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	88
6.1	Conclusiones.....	88
6.2	Recomendaciones.....	89
	REFERENCIA BIBLIOGRAFIA.....	90
	ANEXOS.....	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Costo de transporte pluvial puerto Pomarrosa - puerto Ríos.....	5
Tabla 2:	Costo de transporte puerto Amberes - puerto Tarata.....	5
Tabla 3:	Costo de transporte Juanjuí – hasta localidad beneficiarias	6
Tabla 4:	Población, tasa de crecimiento y densidad población a nivel distrital.....	8
Tabla 5:	Población beneficiaria.....	8
Tabla 6:	C.P. Capirona.....	9
Tabla 7:	C.P. Porvenir,.....	9
Tabla 8:	C.P. Soledad.....	10
Tabla 9:	C.P. Zancudo.....	10
Tabla 10:	Tipo de topografía en función a la inclinación del terrero respecto a la horizontal.....	21
Tabla 11:	Fricción transversal máxima en curvas.....	26
Tabla 12:	Proporción del peralte a desarrollar en tangente.....	27
Tabla 13:	Radios mínimos y peraltes máximos.....	28
Tabla 14:	Pendientes máximas normales.....	29
Tabla 15:	Elementos de curvas simples.....	31
Tabla 16:	Taludes de corte.....	38
Tabla 17:	Taludes de relleno.....	38
Tabla 18:	Periodos de retorno para diseño de obras de drenaje en carreteras de bajo volumen de transito.....	42
Tabla 19:	Estaciones de conteo vehicular.....	54
Tabla 20:	IMD anual Capirona – Soledad.....	57
Tabla 21:	Porcentajes según clasificación vehicular Capirona – Soledad.....	58
Tabla 22:	Proyección de tráfico.....	60
Tabla 23:	Trafico generado por tipo de proyecto.....	61
Tabla 24:	Proyecto de tráfico – con proyecto.....	61
Tabla 25:	Estación N°1.....	62
Tabla 26:	Listado de BMs.....	68
Tabla 27:	Sobreanchos adoptados.....	73
Tabla 28:	Resumen de parámetros de diseño.....	74
Tabla 29:	Descripción topográfica longitudinal del terreno.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Ubicación del proyecto.....	3
Figura 2:	Croquis del camino.....	6
Figura 3:	Elementos de una curva.....	31
Figura 4:	Curva cóncava simétrica.....	33
Figura 5:	Curva cónvexa simétrica.....	33
Figura 6:	Superficie de rodadura.....	38

ÍNDICE DE PLANOS

Plano de ubicación.....	PU – 01
Plano clave.....	PC – 01
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 0+000 – 1+000 km.....	PP – 01
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 1+000 – 2+000 km.....	PP – 02
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 2+000 – 3+000 km.....	PP – 03
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 3+000 – 4+000 km.....	PP – 04
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 4+000 – 5+000 km.....	PP – 05
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 5+000 – 6+000 km.....	PP – 06
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 6+000 – 7+000 km.....	PP – 07
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 7+000 – 8+000 km.....	PP – 08
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 8+000 – 9+000 km.....	PP – 09
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 9+000 – 10+000 km.....	PP – 10
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 10+000 – 11+000 km.....	PP – 11
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 11+000 – 12+000 km.....	PP – 12
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 12+000 – 13+000 km.....	PP – 13
Plano de secciones transversales Prog. 0+000 – 1+600 km.....	ST – 01
Plano de secciones transversales Prog. 1+620 – 3+200 km.....	ST – 02
Plano de secciones transversales Prog. 3+220 – 4+820 km.....	ST – 03
Plano de secciones transversales Prog. 4+840 – 6+220 km.....	ST – 04
Plano de secciones transversales Prog. 6+240 – 7+800 km.....	ST – 05
Plano de secciones transversales Prog. 7+820 – 9+420 km.....	ST – 06
Plano de secciones transversales Prog. 9+440 – 10+900 km.....	ST – 07
Plano de secciones transversales Prog. 10+920 – 12+480 km.....	ST – 08
Plano de secciones transversales Prog. 12+490 – 13+260 km.....	ST – 09

RESUMEN

La presente investigación denominada “Diseño geométrico del camino vecinal Capirona, Porvenir, Zancudo, Soledad, distrito de Pajarillo – Provincia de Mariscal Cáceres – región San Martín”, se desarrolló con fines de dar solución a la problemática vial existente en el sector rural de la provincia de Mariscal Cáceres, ya que la situación actual de los caminos vecinales tiene problemas de transitabilidad, generando que los costos del transporte de los productos del campo a la ciudad sean altos originando demoras e incomodidad en el desplazamiento del campo a la ciudad y viceversa, teniendo presente que la única manera de poder vender sus productos es llevándolos a la ciudad donde sí se puede encontrar una demanda en sus mercados, de la misma manera realizan las compras de productos comestibles que viene de otras regiones, razón por la cual se ha participado en la formulación del proyecto en mención para lograr un camino vecinal afirmado. Aplicando para ello todos los conceptos básicos requeridos en el área de transportes, para poder trabajar el trazo ya existente. Ello implica darle una solución técnica al problema, efectuándose todas aquellas actividades necesarias de las cuales se pueden mencionar: visitas preliminares, levantamiento topográfico, cálculo topográfico, diseño geométrico, del camino, movimiento de tierras y sus volúmenes, drenajes transversales y longitudinales, diseño de pavimento a nivel de afirmado, formulación de su presupuesto, programación de la Obra y elaboración de planos. Como logros podemos indicar que se ha obtenido la información para el expediente técnico del proyecto, el mismo que nos permitirá contar con el documento clave para buscar el financiamiento de la Obra. Es más, como conocedores del mal estado en el que se encuentra actualmente el camino vecinal Capirona, Porvenir, Zancudo, Soledad, distrito de Pajarillo – Provincia de Mariscal Cáceres, y conscientes de nuestra responsabilidad como parte integrante de la Universidad Nacional de San Martín, estamos contribuyendo a solucionar esta problemática, planteando el mejoramiento de la mencionada vía de comunicación, con lo cual se estará beneficiando a las comunidades usuarias de dicha vía, remarcando que este proyecto es de vital importancia por ser una zona netamente agrícola y turística. De esta manera se contribuye al desarrollo económico y social de los caseríos vecinos, pues se incrementa el nivel de vida de su población, contribuyendo el desarrollo de nuestro país.

Palabras Claves: diseño geométrico, camino vecinal, Pajarillo [distrito], Mariscal Cáceres [Provincia], Región San Martín.

ABSTRACT

The present research called "Geometric design of the neighborhood road Capirona, Porvenir, Zancudo, Soledad, district of Pajarillo - Province of Mariscal Cáceres - San Martín region", was developed with the purpose of solving the existing road problem in the rural sector of the province of Mariscal Cáceres, since the current situation of the local roads has problems of passability, generating that the costs of transporting products from the countryside to the city are high causing delays and discomfort in the movement of the countryside to the city and vice versa, keeping in mind that the only way to sell their products is to take them to the city where they can find a demand in their markets, in the same way they make the purchases of edible products that comes from other regions, which is why they have participated in the formulation of the project in mention to achieve an affirmed neighborhood road. Applying for it all the basic concepts required in the area of transport, to be able to work the existing route. This implies giving a technical solution to the problem, carrying out all those necessary activities of which we can mention: preliminary visits, topographic survey, topographic calculation, geometric design, road, earthworks and volumes, transversal and longitudinal drainages, design of pavement at the level of affirmed, formulation of its budget, programming of the Work and preparation of plans. As achievements, we can indicate that the information has been obtained for the technical file of the project, which will allow us to have the key document to find the financing of the Work. It is more, as connoisseurs of the poor state in which is currently the neighborhood road Capirona, Porvenir, Zancudo, Soledad, district of Pajarillo - Province of Mariscal Cáceres, and aware of our responsibility as an integral part of the National University of San Martín, We are contributing to solve this problem, proposing the improvement of the aforementioned communication channel, which will benefit the user communities of this road, noting that this project is of vital importance because it is a purely agricultural and tourist area. In this way it contributes to the economic and social development of the neighboring villages, as the standard of living of its population increases, contributing to the development of our country.

Keywords: geometric design, neighborhood road, Pajarillo [district], Mariscal Cáceres [Province], San Martín Region.



CAPÍTULO I

INTRODUCCION

1.1. Generalidades

Debido a que en gran parte la precaria situación económica de los pobladores de las localidades de Capirona, Porvenir, Zancudo, Soledad, distrito de Pajarillo - Mariscal Cáceres - San Martín, se debe a que la trocha que une estas localidades se encuentra intransitable por lo esto agrava aún más su situación ya que les impide su traslado oportuno de sus alimentos y encarece el tránsito de los pobladores.

El presente trabajo de tesis, se desarrolla en la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto teniendo como fin ser un aporte que contribuya a la sociedad, puesto que en nuestro departamento carecemos de un ordenamiento vial adecuado, por lo cual es de suma importancia investigar y proponer soluciones económicas y así apoyar el desarrollo de las localidades de nuestro entorno.

El aporte consiste en formular una propuesta técnica para apoyar al desarrollo de estas localidades, y al mismo tiempo poner a disposición de la Universidad una investigación que servirá como base para futuros proyectos de desarrollo.

1.2. Exploración preliminar orientando la investigación

En la actualidad el país busca un desarrollo integral en base a la eficiencia y calidad de servicios, garantizando para ello la seguridad a los inversionistas privados a fin de facilitar las condiciones de invertir en todos los campos de la actividad económica, y por tanto, el departamento de San Martín no está ajeno a esta realidad, por lo que es necesario e imprescindible estar acorde a la dinámica de desarrollo a fin de no quedarnos marginados, social, cultural y económicamente, y siempre estar a la vanguardia de los cambios estructurales que sufre el país en su conjunto.

El desarrollo de una nación depende en gran medida, de la extensión y el estado de su red vial. Los caminos y las carreteras condicionan a la capacidad y velocidad de movilización de personas y mercaderías, aspectos que repercuten directamente en el progreso social, político y económico. En la Región San Martín, es necesario un plan de desarrollo de la red vial tanto en las carreteras de carácter nacional, así como las carreteras del sistema

departamental y vecinal; para que integren la unidad del país, de manera que los pueblos interconectados por la red vial, puedan satisfacer sus necesidades de consumo, además de elevar el nivel social, cultural y económico de sus habitantes.

En nuestra región se puede apreciar que aún existen distritos, centros poblados que no cuentan con sus carreteras y en el mejor de los casos si existen estas, en su mayor parte son caminos vecinales que se encuentran en malas condiciones y que no cumplen con las condiciones mínimas para un eficiente servicio.

Entendiendo así la trascendental importancia de las redes viales y frente a la imperiosa necesidad de contar con un sistema vial eficiente que genere progreso y bienestar social, se ha elaborado el presente trabajo de tesis, denominado Diseño Geométrico del Camino Vecinal Capirona, Porvenir, Zancudo, Soledad, distrito de Pajarillo - Mariscal Cáceres - San Martín.

1.3 Ubicación del Proyecto

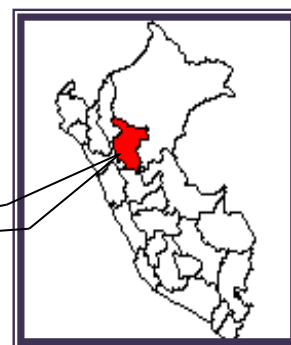
El proyecto está ubicado en el Departamento de San Martín, Provincia de Mariscal Cáceres, Distrito de Pajarillo, en la zona Sur – este de la región San Martín a una altitud de 310 m.s.n.m, entre los 07° 08' 15" de latitud Sur y 76° 42' 30" latitud Oeste.

La ubicación política es la siguiente:

Sectores	:	Capirona, Porvenir, Zancudo, Soledad
Distrito	:	Pajarillo
Provincia	:	Mariscal Cáceres
Región	:	San Martín

Ubicación del proyecto

Departamento de San Martín



Ubicación del proyecto

Provincia de Mariscal Cáceres



Figura 1: Ubicación del proyecto

Ubicación del proyecto



1.3.1 Acceso a la zona del proyecto

El acceso a la zona de proyecto se da desde: Tarapoto - Juanjuí; por la carretera Presidente Fernando Belaunde Terry Tramo Sur (antes carretera Marginal Sur), con una distancia aproximada de 132.00 km y llegando en un tiempo de 2.5 hora en automóvil, para luego dirigirse al puerto Tarata y cruzar el río Huallaga a través de balsa motor, luego siguiendo la Carretera que conduce Puerto Tarata – Alto Cuñumbuza, se llega al caserío de Capiróna en un tramo de 22 km desde el puerto Tarata, para luego hacer ingreso hacia los caseríos de Porvenir – Zancudo y Soledad.

Cuadro 1

Costo de transporte pluvial puerto Pomarrosa – Puerto Ríos.

Medio de transporte	Cada asiento
Bote Motor, Deslizadora	2.50

Para el caso de transporte de Carga pesada se moviliza por el Puerto Tarata, por intermedio de Balsa Motorizadas, es en ella donde se hace el trasbordo de Motos, Motocarros, Autos, Camionetas, Camiones, Maquinaria Pesada (Cosechadoras, Volquetes, Tractores, Cargador Frontal y Otros.

Cuadro 2

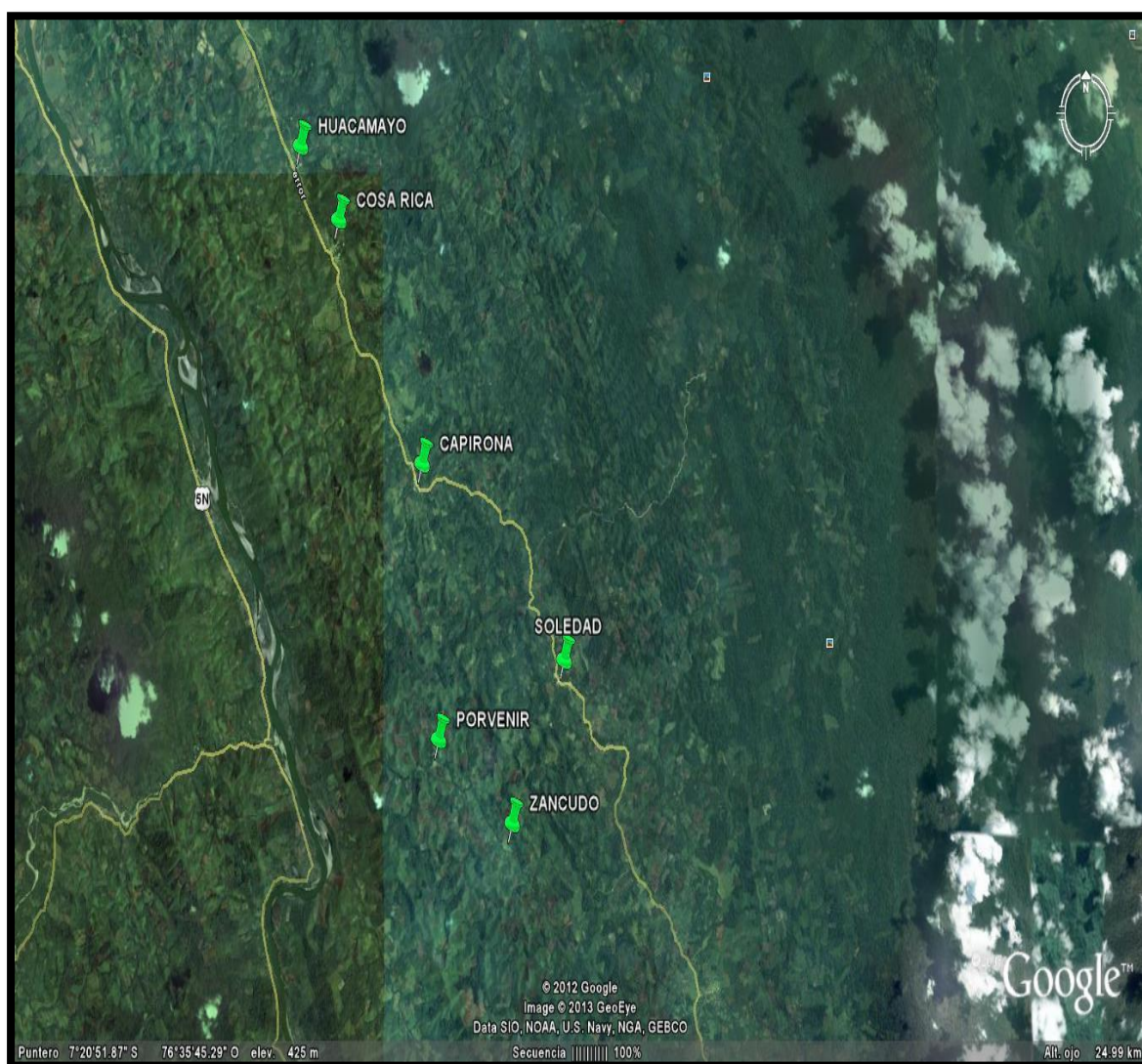
Costo de transporte puerto Amberes – puerto Tarata.

Medio de trasbordo	Transporte	Costo por viaje (s/.)
Balsa Motorizada	Moto Lineal	3.00
Balsa Motorizada	Motocarro	4.00
Balsa Motorizada	Auto	15.00
Balsa Motorizada	Camioneta	15.00
Balsa Motorizada	Camión	50.00
Balsa Motorizada	Maquinaria Pesada.	80.00

Elaboración: Equipo Formador

Cuadro 3*Costo de transporte Juanjuí – hasta localidad beneficiaria.*

Lugar	Medio de transporte	Cada asiento (s/.)
Juanjuí – Soledad	Motocarro	15
	Camioneta	15
	Motocarro	20
Juanjuí – Zancudo	Camioneta	20
	Motocarro	20
	Camioneta	20
Juanjuí - Porvenir	Camioneta	12
	Motocarro	12
	Camioneta	12

Elaboración: Equipo Formador**Figura 2:** Croquis del camino

1.3.2 Población

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Censo 2007; El distrito de Pajarillo cuenta con una población de 5,119 habitantes, con una densidad poblacional de 21 (Hab/Km²). Así mismo la superficie territorial es de 244.03 (Km²).

Cuadro 4

Población, tasa de crecimiento y densidad poblacional a nivel distrital

Ubicación	Descripción	Años		2010	2011	Proyección				
		1993	2007			2012	2013	2014	2015	2016
		Datos - INEI				Proyección INEI				
Prov. de Mariscal Cáceres	Población	49,798	50,884	51,120	51,199	51,278	51,357	51,436	51,515	51,594
Distrito pajarillo	Población	3,720	5,119	5,481	5,608	5,737	5,870	6,005	6,140	6,275
	vivienda	773	1,598	1,711	1,751	1,791	1,832	1,875	1,918	1,963
tasa de crecimiento										
Distrito de Pajarillo	tasa de crecimiento	2.3%		2.3%						
densidad poblacional										
Distrito de Pajarillo	densidad poblacional	3.20		3.20						

1.3.3 Población beneficiaria.

La población directamente beneficiaria se ha estimado en 1,4501 habitantes, según el censo 2007 INEI y la información obtenida de campo al mes de diciembre del 2012. En el siguiente cuadro se presenta el número de habitantes beneficiarios.

Cuadro 5:

Población beneficiaria

Centros Poblados	Población (Habitantes)
Capirona	485
Porvenir	170
Zancudo	290
Soledad	565
Total, Población	1,510

Fuente: Encuesta y entrevistas a pobladores de la zona. **Julio 2016.**

Elaboración: Equipo técnico

1.3.4 Características Socioeconómicas

Como producto de este fenómeno de transculturización, la población ha buscado el camino de acuerdo a sus capacidades para generar sus ingresos en función de las oportunidades presentadas siendo la principal actividad económica, la agricultura, la ganadería, acuicultura y el comercio.

1.3.5 Servicios existentes

Educación

Actualmente las localidades de Capirona, Porvenir, zancudo, soledad, se imparte la educación en el nivel inicial y primario y secundario.

En cuanto al nivel superior, los jóvenes acuden a los Institutos Superiores y Universidades en la Ciudad de Juanjuí y Tarapoto, con la finalidad de lograr una superación educativa.



I.E.P N°014 – SOLEDAD

En los siguientes cuadros se muestran el número de alumnos en cada localidad

Tabla 6

C.P Capirona

Descripción	Alumnos	Docentes	Observación
Primaria – 0325	75	05	Madera y Calamina
Inicial 015	14	01	Madera y Calamina

Fuente: Ministerio de Educación, ESCALE, 2016

Tabla 7

C.P. Porvenir

Descripción	Alumnos	Docentes	Observación
Primaria – 0740	22	03	Material Noble y Calamina
Pronei	15	01	Madera y Calamina

Fuente: Ministerio de Educación, ESCALE, 2016

Tabla 8*C.P. Soledad*

Descripción	Alumnos	Docentes	Observación
Primaria y Secundaria - 0007	390	12	Material Noble, Madera y Calamina
Inicial – 014	12	01	Madera y Calamina

Fuente: Ministerio de Educación, ESCALE, 2016**Tabla 9***C.P. Zancudo*

Descripción	Alumnos	Docentes	Observación
Primaria – 0385	23	03	Material Noble y Calamina
Pronei	18	01	Madera y Calamina

Fuente: Ministerio de Educación, ESCALE, 2016

Salud

Los habitantes de los caseríos de Zancudo y Capirona acceden al puesto de salud más cercano que es en la localidad de Soledad; y en caso de enfermedades más graves son transferidos a la ciudad de Juanjui. Las enfermedades más comunes que se registran son por parásitos, infecciones gastrointestinales.



Servicios Básicos

En la actualidad los habitantes de las localidades de Soledad, Zancudo, Porvenir y Capirona no cuentan con el servicio de agua potable, por lo que utilizan el agua de la quebrada más cercana al pueblo que sirve para el cocimiento de sus alimentos e higiene personal.



En cuanto al servicio de saneamiento, los habitantes hacen uso de letrinas criterio técnico o pozo ciego, construido de manera rustica sin criterio técnico alguno.

Vivienda

Conforme a la información de campo realizada, se manifiesta que la construcción de las viviendas de las localidades beneficiarias es de materiales de la zona madera, quinchá con cobertura de palma y calamina.



Viviendas Características Zancudo



Viviendas Características Soledad

1.3.6 Estado actual de la carretera

La infraestructura vial existente en la actualidad se encuentra en pésimas condiciones, debido a la no existencia de capa de afirmado, por solo ser un camino vecinal, y por las condiciones climatológicas adversas como son; las fuertes precipitaciones que se dan en la zona, así como también la acumulación de agua de lluvia en ciertos tramos, convierte esta carretera en intransitable en épocas de invierno, imposibilitando así la evacuación de los grandes volúmenes de producción hacia los mercados de consumo y su integración tanto regional como nacional

La intransitabilidad por esta vía en épocas de invierno, no solo acarrea pérdidas en la economía local, sino que también conlleva al aislamiento total en la atención de los servicios básicos de salud y educación, ya que impide el traslado de los estudiantes y enfermos hacia los centros de atención.



Intransitabilidad vehicular, por mal estado de la vía

1.3.7 Climatología

El Distrito de Habana, posee un clima cálido, que abarca toda la extensión del valle de dicho Distrito.

La temperatura promedio máximo de todos los meses es de los 33° Celsius y promedio mínimo de los 23° Celsius; las precipitaciones superan los 1200 mm. En el Valle de este Distrito se encuentran gran cantidad de plantas cultivables y útiles; como también una gran variedad de maderas que necesitan un alto porcentaje de calor y humedad.

1.3.8 Justificación

Actualmente los pobladores de la zona del proyecto requieren de una carretera que les permita una transitabilidad fluida de sus productos y pobladores, que permitan la intercomunicación entre otros caseríos como también el acceder a mercados locales cercanos como Juanjuí en donde puedan vender su producción agrícola y pecuaria. Por lo tanto es de vital importancia este proyecto porque ayudará a dinamizar la actividad productiva del sector, llevando los productos a los grandes mercados de manera eficiente y oportuna.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes, planteamiento del problema, delimitación, formulación del problema a resolver.

2.1.1. Antecedentes del problema.

Las Carreteras Vecinales de importancia regional necesitan de ser reforzadas. Existen caminos en la región que unen distintos centros poblados que se interconectan a la Carretera Marginal. Estas vías alimentan a las vías regionales y nacionales y deben ser mejoradas. Para orientar la posible inversión futura, se sintetizan estos caminos vecinales por Sub Espacios, Áreas de Tratamiento y provincias.

La función de estas vías es de singular importancia, pues estimulan el progreso de regiones aisladas y deprimidas económicamente, generalmente de buen potencial productivo que, por la carencia o deterioro de los caminos, permanecen inexplorados o con sistemas artesanales de explotación orientados básicamente a cubrir las necesidades de autoconsumo.

La vialidad rural es un elemento de vital importancia para las economías de los Gobiernos Locales toda vez que es un elemento de integración que contribuye al intercambio económico y por lo tanto a la mejora económica de la población, al ordenamiento territorial y en general al desarrollo económico.

Por ello, garantizar una adecuada transitabilidad de la red vial vecinal en las jurisdicciones de los Gobiernos Locales es un objetivo a alcanzar a fin de permitir la mejora de las economías. Ello implica la ejecución de las inversiones estrictamente necesarias, que solucionen verdaderos problemas de las vías, con las tecnologías y costos adecuados.

El desarrollo de una nación depende en gran medida, de la extensión y el estado de su red vial. Los caminos y carreteras condicionan la capacidad y velocidad de movilización de personas y mercancías, aspectos que repercuten directamente en el progreso social, político y económico.

La importancia y servicios de las carreteras que demandan el país y la necesidad de adoptarlas a la creciente exigencia de cada uno de los pueblos al interior, motiva hacer estudios de construcción, rehabilitación, mejoramiento y mantenimiento de carreteras, cuya finalidad es obtener carreteras en buen estado de transitabilidad en cualquier época del año.

Parte de la situación económica de los pobladores de las localidades de Capirona, Porvenir, Zancudo, Soledad, Distrito de Pajarillo, se debe a que la trocha que une estas localidades se encuentra intransitable por lo esto agrava aún más su situación ya que les impide su traslado oportuno de sus alimentos y encarece el tránsito de los pobladores.

2.1.2. Planteamiento del problema.

El estudio del tramo del Camino Vecinal Capirona, Porvenir, Zancudo, Soledad, Distrito de Pajarillo en la provincia de Mariscal Cáceres manifiesta en la actualidad deterioros en su plataforma de rodadura, puesto que la estratigrafía del suelo se ve afectada por la humedad que provoca la napa freática constantemente en el terreno de fundación, esto hace que se produzcan deslizamientos. Además, se sabe que esta zona del alto mayo tiene a tener precipitaciones constantes por lo cual dicha vía solo es transitable en épocas de verano siendo esto desfavorable para los pobladores que transportan sus productos a los distintos puntos de venta de la región y el país.

2.1.3. Delimitación del problema

El Camino Vecinal Capirona, Porvenir, Zancudo, Soledad, Distrito de Pajarillo. Es una importante vía de acceso hacia estas localidades donde la principal fuente de economía es la agricultura y la ganadería, por tal motivo es indispensable realizar un mejoramiento de éste camino vecinal, lo cual permitirá facilitar el tránsito vehicular de la zona, propiciando el desarrollo de los pueblos involucrados, a través de la cuales podrán trasladar sus productos hacia los mercados de comercialización en cualquier época del año con la mayor facilidad del caso.

2.1.4. Formulación del problema

La población en conjunto de las localidades de Capirona, Porvenir, Zancudo, Soledad, Distrito de Pajarillo de la provincia de Mariscal Cáceres, ven con urgencia un plan de solución para poder contar con una vía de acceso apropiada, la cual los pueda conectar con la carretera principal y de esa manera poder transportar sus productos y de esa manera impulsar su desarrollo socioeconómico.

De manera que es necesario responder la siguiente interrogante: **¿Sera factible con el Diseño Geométrico del camino vecinal Capirona, Porvenir, Zancudo, Soledad, Distrito de Pajarillo, Distrito de Pajarillo Provincia de Mariscal Cáceres San Martin, mejorará las condiciones socioeconómicas de la población de estas localidades?**

2.2 Objetivos

Objetivo General

Realizar el Estudio definitivo del Camino Vecinal Capirona, Porvenir, Zancudo, Soledad.

Objetivos específicos

Ejecutar los estudios de Topografía, para el diseño del tramo propuesto.

Calcular el Índice de tráfico y el tipo de tráfico en el tramo y espesor del pavimento.

2.3 Justificación del proyecto

Actualmente los pobladores de la zona del proyecto requieren de una carretera que les permita una transitabilidad fluida de sus productos y pobladores, que permitan la intercomunicación entre otros caseríos como también el acceder a mercados locales cercanos como Juanjuí en donde puedan vender su producción agrícola y pecuaria. Por lo tanto es de vital importancia este proyecto porque ayudará a dinamizar la actividad productiva del sector, llevando los productos a los grandes mercados de manera eficiente y oportuna.

2.4 Delimitación del proyecto

Alcances

Mejoramiento de la base existente a través de la colocación y conformación de una capa de afirmado con un espesor de 0.20m a lo largo de todo el tramo, dejándolo en óptimo estado de funcionalidad.

Ancho de calzada de 4.00m y con bermas de 0.50m a cada lado.

Construcción del sistema de drenaje transversal consistente en la colocación.

Limitaciones

Para el desarrollo no se ha tenido ninguna limitación toda vez que se pudo conseguir todos los datos de campos suficientes para la elaboración del estudio definitivo.

2.5 Marco teórico

2.5.1.- Antecedentes de la Investigación

Cárdenas Grisales, James, publica su libro denominado: “Diseño Geométrico de Carreteras”, libro consultado para la elaboración del presente informe, pues da recomendaciones sobre el reconocimiento preliminar de la zona en estudio y detalla los cálculos de para el diseño geométrico de los elementos que conforman una carretera.

Morales Sosa, Hugo Andrea, publica su libro denominado: “*Ingeniería Vial I*”, libro consultado para la elaboración del presente informe, pues da detalles del trazado y la topografía en carretas.

Céspedes Abanto, José, publica su libro denominado: “*Carreteras, Diseño Moderno*”, libro consultado para la elaboración del presente informe, pues da detalles de los estudios definitivos en carretas.

Ibáñez Walter, publica su libro denominado: “*Manual de Costos y Presupuestos de Obras Viales*”, libro consultado para la elaboración del presente informe, pues detalla en cuanto a especificadores técnicas, rendimientos, para presupuestos de obras viales.

Morales U, Walter, publica su libro denominado: “*Infraestructura de riego*”, libro consultado para la elaboración del presente informe, pues especifica los criterios de diseño de obras de arte tales como cunetas y obras de cruce (Alcantarillas).

Cantera Jave, Álvaro Fernando; Chávarry Ruiz, Luis Raúl; Cubas Pérez, Rolando Miguel, en su tesis: *Estudio del Mejoramiento de la Carretera Jesús - Lacas, Tramo: Jesús – Hualqui (Cajamarca)*, nos da una idea acerca de la importancia del drenaje y de los criterios de pavimento en el diseño de carreteras.

2.5.2.- Marco teórico y conceptual

Para poder comprender a cabalidad los alcances de la tesis, nos permitimos realizar una revisión de literatura:

2.5.2.1.- Estudio del trazo definitivo.

2.5.2.1.1 Reconocimiento de la zona en estudio:

Cárdenas Grisales, James, “los reconocimientos pueden ser terrestres y aéreos, su finalidad es la identificar aquellas características que hacen una ruta mejor a las otras, cuantificar los costos posibles de construcción, determinar los efectos que tendrá la vía en el desarrollo económico y los efectos destructivos que puedan producirse en el paisaje natural”.

Esta tiene dos puntos fijos que son el Punto Inicial y el Punto Final y además también se tienen los puntos de control obligatorios por los que tiene que pasar la carretera.

Asimismo, **Civilgeeks.com**, indica que “para la construcción de una carretera es necesario pasar por las siguientes etapas:

a) Planificación b) Anteproyecto c) Proyecto d) Construcción.

Existen partes de estas etapas que se logran con el auxilio de la Topografía, las cuales son:

a) Estudio de las rutas b) Estudio del trazado c) Anteproyecto d) Proyecto

Para la elaboración de un proyecto vial, la primera etapa consiste en el estudio de rutas.

Según **Civilgeeks.com**, “el Estudio de las rutas es el proceso preliminar de acopio de datos y reconocimiento de campo, hecho con la finalidad de seleccionar la faja de estudio que reúna las condiciones óptimas para el desenvolvimiento del trazado. En esta etapa se obtiene información, se elaboran croquis, se efectúan los reconocimientos preliminares y se evalúan las rutas”.

Asimismo, según **Céspedes Abanto**, “se entiende por ruta a la faja de terreno, de ancho variable, que se extiende entre los puntos terminales e intermedios por donde la carretera debe obligatoriamente pasar, y dentro de la cual podrá localizarse el trazado de la vía”.

Asimismo, **Civilgeeks.com**, agrega que “el Estudio del trazado consiste en reconocer minuciosamente en el campo cada una de las rutas seleccionadas. Así se obtiene información adicional sobre los tributos que ofrecen cada una de estas rutas y se localizan en ellas la línea a las líneas correspondientes a posibles trazados en la carretera”.

2.5.2.1.2 Recomendaciones Para Los Trazados Preliminares

Morales Sosa, Hugo, se tiene:

Terrenos Planos: La mejor solución sería que una los dos puntos, pero rectas de más de 10 km crean fatiga e hipnosis al conductor pudiendo causar accidentes lamentables. La longitud de los tramos rectos debe limitarse a 2 km.

Terrenos Ondulados: Alineamientos con tangentes largas muy raras veces brindan una buena línea de pendiente. Un alineamiento con repetidas curvas, bordeando los cerros y montañas resulta más económico, aunque la longitud de la vía sea ligeramente mayor.

Terrenos Montañosos: También para terrenos montañosos resulta más económico realizar faldeos como en los ondulados”.

2.5.2.1.3 Ubicación de los puntos inicial, final y puntos obligados de paso:

Cárdenas Grisales, Jaime, “la identificación de una ruta a través de estos puntos obligados o de control primario y su paso por otros puntos intermedios de menor importancia o de control secundario, hace que aparezcan varias rutas alternas. Son ejemplos de puntos de control secundario: caseríos, cruce de ríos y cañadas, cruces con otras vías, zonas estables, bosques, etc.

Para todas las rutas alternas, es necesario llevar a cabo la actividad denominada selección de ruta, la cual comprende una serie de trabajos preliminares que tienen que ver con acopio de datos, estudio de planos, reconocimientos aéreos y terrestres, poligonales de estudio, etc.

El acopio de datos se refiere a la obtención de la información básica en la zona de estudio, relacionada con la topografía, la geología, la hidrología, el drenaje y los usos de la tierra”.

Conociendo la clase de controles que en el estudio de una carretera influyen, se observa que la ubicación y la importancia de éstos, harán posible alejar o acercar el trazo de estos puntos. De esta manera los controles van a restringir el trazo de la vía a una zona que permitirá que la vía sirva eficientemente a toda una región.

2.5.2.1.4 Selección de la mejor ruta:

Céspedes Abanto, indica que “Con todos los elementos que permitan un mejor análisis de las ventajas y desventajas de cada ruta (obtenidas del estudio del trazo), la selección de una de ellas como la más apropiada para el trazo de la carretera estará en función de que: Sea la ruta más corta, tenga las pendientes más favorable al tráfico, las zonas tengan vertientes tendidas fáciles de trabajar, recoja mayor cantidad de transporte, es decir que tenga mayor radio de influencia, tenga un mejor alineamiento, suministre mejores y mayor cantidad de materiales de construcción, tenga menor costo de construcción, etc”.

2.5.2.1.5 Levantamiento topográfico.

Para el trazo de una carretera se tienen dos métodos que son:

Trazo Directo o Método de las Secciones Transversales.

Trazo Indirecto o Método Taquimétrico o Topográfico.

El Trazo Directo es el preferido para trazar carreteras, sobre todo en llanuras y regiones onduladas, en la que es fácil lograr directamente, una poligonal que se cofunda o casi coincida con el eje de la futura carretera.

En cambio, el Trazo Indirecto, es el método general, se basa en el levantamiento del plano a curvas de nivel, este método se lo prefiere para el trazo de carreteras en terrenos accidentados.

Según **García Márquez, Fernando**, señala que “cualquiera de los dos métodos que se utilicen, se tendrá en cuenta dos etapas:

Trabajo de campo:

Reconocimiento del terreno. Es la etapa donde se ejecutará el levantamiento, estimar el tiempo y el personal necesario, definir los vértices del polígono de base, etc.

Ubicación de los vértices. Se efectuará la materialización de los vértices del polígono de base, por medio estacas, marcas sobre roca o pavimento, fichas, etc.

Elección del método que se efectuara en el levantamiento.

Dibujo del croquis, del polígono base orientados aproximadamente, se dibujan a mano libre y son la guía para la construcción del plano.

Medición de los lados del polígono de base. Se medirán los lados del polígono de base y de las líneas auxiliares (radiaciones, diagonales, etc.), empleadas para dividir en triángulos el polígono de base.

Medición de las distancias necesarias para el levantamiento de detalles. Se medirán las distancias necesarias con relación al polígono de base.

Los datos recogidos en el levantamiento se anotarán en forma clara y ordenada en la libreta de campo para su posterior trabajo en gabinete.

Trabajo de gabinete

Cálculo de la Poligonal. Concluido el trabajo de campo y con los datos obtenidos en él se procederá a calcular lo siguiente:

Dibujo Cálculo de los ángulos interiores del polígono de base.

Cálculo de la superficie del polígono de base.

2.5.2.1.6 Topografía

Según **García Márquez, Fernando**, define a la topografía: “Como la posición y las formas circunstanciales del suelo, es decir, estudia en detalle la superficie terrestre y los procedimientos por los cuales se pueden representar, todos los accidentes que en ellas existen, sean naturales o debidos a la mano del hombre. El medio usual de expresión es el dibujo”.

La topografía del terreno se la puede clasificar de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 10

Tipo de topografía en función a la Inclinação del terreno respecto a la horizontal.

Tipo de terreno respecto de la horizontal	Tipo de topografía
00° a 10°	Llana
10° a 20°	Ondulada
20° a 30°	Accidentada
Más de 30°	Montañosa

Fuente: Carreteras, Diseño Moderno

2.5.2.1.7 Selección del tipo de vía y parámetros de diseño.

2.5.2.1.7.1 Según su jurisdicción:

Las carreteras se clasifican de acuerdo a su jurisdicción, en tres grandes sistemas:

2.5.2.1.7.1.1 Sistema nacional:

Que corresponde a la red de carreteras de interés nacional y que une los puntos principales de la nación con sus puertos y fronteras, cuya jurisdicción está a cargo del MTC.

Este sistema que forma la red vial básica del país está formado por:

Carreteras longitudinales:

Longitudinal de la costa

Longitudinal de la Sierra.

Longitudinal de la selva.

Carreteras de penetración

Carreteras de influencia regional

Las carreteras del sistema Nacional evitarán, en general, el cruce de poblaciones y su paso por ellas deberá relacionarse con las carreteras de circunvalación o vías de Evitamiento.

“Se les identifica con un escudo y la numeración es impar, desde el 01 al 99 inclusive”.

2.5.2.1.7.1.2 Sistema departamental:

Compuesto por aquellas carreteras que constituyen la red vial circunscrita a la zona de un departamento, división política principal de la nación, uniendo capitales de provincias o

zonas de influencia económica social dentro del mismo departamento; o aquellas que, rebasando la demarcación departamental, une poblados de menor importancia. Cuya jurisdicción está a cargo de los Consejos Transitorios de Administración Regional.

“Se les identifica con una insignia y la numeración es desde 100 al 499 inclusive”.

2.5.2.1.7.1.3 Sistema vecinal:

Conformado por aquellas carreteras de carácter local y que unen las aldeas pequeñas y poblaciones entre sí, cuya jurisdicción está a cargo de las Municipalidades.

“Se les identifica con un círculo y la numeración es desde el 500 hacia adelante”.

2.5.2.1.7.2 Clasificación funcional de la red vial

2.5.2.1.7.2.1 Carreteras longitudinales

Sistema compuesto por aquellas carreteras que unen las Capitales de Departamento a lo largo de la Nación, de Norte a Sur o viceversa (SISTEMA NACIONAL).

2.5.2.1.7.2.2 Carreteras transversales

Lo constituyen las carreteras que unen las Capitales de Departamento a través del país de Este a Oeste o viceversa (SISTEMA DEPARTAMENTAL).

2.5.2.1.7.2.3 Carreteras colectoras.

Son aquellas que unen las Capitales de Provincia, y alimentan a las Vías Transversales y/o Longitudinales.

2.5.2.1.7.2.4 Carreteras locales.

Según **Scipion Piñella, Eddy T.**, la componen las vías que unen los distritos, pueblos o caseríos con las carreteras colectoras y/o con otros distritos, pueblos o caseríos (sistema vecinal).

2.5.2.1.7.3 Clasificación por importancia de la vía

Según la importancia de la vía, es decir el tránsito que soportarán, las carreteras serán proyectadas con características geométricas adecuadas, según la siguiente normalización:

2.5.2.1.7.3.1 Carreteras duales

Para un Índice Medio Diario (IMD) mayor de 4000 veh/día. Consiste en carreteras de calzadas separadas, para dos o más carriles de tránsito cada una.

2.5.2.1.7.3.2 Carreteras 1ra clase

Para IMD comprendido entre 2000 y 4000 veh/d.

2.5.2.1.7.3.3 Carreteras 2da clase

Para IMD comprendido entre 400 y 2000 veh/d.

2.5.2.1.7.3.4 Carreteras 3ra clase

Para IMD menor a 400 veh/d.

2.5.2.1.7.3.5 Trochas carrozables

IMD no específico, constituyen una clasificación aparte. Pudiéndose definir como aquellos caminos a los que les faltan requisitos para poder ser clasificadas en 3ª Clase: generalmente se presentan durante períodos correspondientes a la construcción por etapas.

2.5.2.1.7.4 Clasificación según sus condiciones orográficas

Scipion Piñella; se tiene:

2.5.2.1.7.4.1 Carretera tipo 1

Permite a los vehículos pesados mantener aproximadamente la misma velocidad que la de los vehículos ligeros, La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía. Es menor o igual a 10%.

2.5.2.1.7.4.2 Carretera tipo 2

Es la combinación de alineamiento horizontal y vertical que obliga a los vehículos de pasajeros, sin ocasionar el que aquellos operen a velocidades sostenidas en rampas por un intervalo de tiempo largo. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, varía entre 10 y 50%.

2.5.2.1.7.4.3 Carretera tipo 3

Es la combinación de alineamiento horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a reducir a velocidad sostenida en rampa durante distancia considerable o a intervalos frecuentes. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, varía entre 50 y 100%.

2.5.2.1.7.4.4 Carretera tipo 4

Es la combinación de alineamiento horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a operar a menores velocidades sostenidas en rampa que aquellas a las que operan en terreno montañoso. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, es mayor de 10%.

Velocidad de diseño (v)

Llamada también velocidad directriz, es la velocidad máxima en que un conductor puede transitar con seguridad bajo las condiciones de diseño establecidas.

Según **Morales Sosa, Hugo**, “La elección de la velocidad directriz se establece considerando varios factores, entre los cuales:

Tipo de carretera a construir

Topografía de la zona.

Trafico esperado.

Factores de tipo económico.”

Variación de la Velocidad Directriz

El **MTC**, indica: “Los cambios repentinos de la Velocidad Directriz a lo largo de una carretera deberán ser evitados, deben existir razones que justifiquen la necesidad de realizar cambios, los cuales se incrementarán o disminuirán en 15 Km./h”.

a. Distancia de visibilidad

El **MTC** a través del *Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas con Bajo Volumen de Tránsito*, da una definición: “Es la longitud continua hacia delante del camino que es visible al conductor, para tomar decisiones oportunas. Para efectos de diseño se consideran dos tipos de distancia de visibilidad.

a.1. Distancia de Visibilidad de Parada (Dp)

Es la distancia mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la Velocidad Directriz, antes que alcance un objeto que se encuentra en su trayectoria.

Para efecto de la determinación de la visibilidad de parada se considera que el objetivo inmóvil tiene una altura de 0.60 m y que los ojos del conductor se ubican a 1.10m por encima de la rasante de la carretera.

a.2. Distancia de Visibilidad de Sobrepasso (Ds)

El **MTC**, se define como la mínima distancia que debe estar disponible, a fin de facultar al conductor del vehículo a sobrepassar a otro que se supone viaja a una velocidad de 15 Km. /h menor, con comodidad y seguridad sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario a la velocidad directriz, y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepasso”.

Radios de diseño

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (**MTC**), establece que: “Los radios mínimos, calculados bajo el criterio de seguridad ante el deslizamiento transversal del vehículo, están dados en función a la velocidad directriz, a la fricción transversal y al peralte máximo aceptable. En el alineamiento horizontal desarrollado para una velocidad directriz determinada, debe evitarse el empleo de curvas con radio mínimo. En general, se tratará de usar curvas de radio amplio reservándose el empleo de radios mínimos para las condiciones más críticas”.

Así mismo, el **MTC**, establece que “*el mínimo radio (R_{min}) de curvatura es un valor límite que está dado en función del valor máximo del peralte (e_{max}) y el factor máximo de fricción (f_{max}) seleccionados para una velocidad directriz (V). El valor del radio mínimo puede ser calculado por la expresión*”:

$$R_{min} = \frac{V^2}{127(0.01e_{max} + f_{max})} \dots\dots\dots(1)$$

Los valores máximos de la fricción lateral a emplearse son los que se señalan en la tabla:

Tabla 11*Fricción Transversal Máxima en Curvas*

Velocidad directriz Km/h	f_{máx.}
20	0.18
30	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.15

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito

Peraltes

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (**MTC**), denomina peralte a la “*sobre elevación de la parte exterior de un tramo de la carretera en curva con relación a la parte interior del mismo con el fin de contrarrestarla acción de la fuerza centrífuga. Las curvas horizontales deben ser peraltadas.*

El peralte máximo tendrá como valor máximo normal 8% y como valor excepcional 10%. En carreteras afirmadas bien drenadas en casos extremos, podría justificarse un peralte máximo alrededor de 12%”.

Longitud de Transición del Peralte

Se utiliza con el fin de evitar la brusquedad en el cambio de una alineación, de un tramo recto a un tramo en curva, también se puede definir como la variación en tangente inmediatamente antes y después de una curva horizontal en la cual se logra el cambio gradual del bombeo de la sección transversal al peralte correspondiente a dicha curva.

Scipion, Eddy T., indica: “La variación del peralte requiere una longitud mínima, de forma que no se supere un determinado valor máximo de la inclinación que cualquier borde de la calzada tenga con relación a la del eje del giro del peralte”.

Tabla 12*Proporción del peralte a desarrollar en tangente*

Minimo	Normal	Maximo
P < 4.5%	4.5% P - 7%	P > 7%
0.5p	0.7p	0.8p

Fuente: Manual DG Caminos I.

A efectos de aplicación de la presente Norma – **Eddy T. Scipion**, “dicha inclinación se limita a un valor máximo (pmax) definido por la ecuación:

$$Ip_{max} = 1.8 - 0.01V \dots\dots\dots (2)$$

Siendo:

Ip_{max} : Máxima inclinación de cualquier borde de la calzada respecto al eje de la misma (%)

V: Velocidad de diseño (Kph)

Según Scipion, **Eddy T.**, la longitud del tramo de transición del peralte tendrá por tanto una longitud mínima definida por la ecuación:

$$L_{min} = \frac{P_f - P_i}{ip_{max}} * B \dots\dots\dots (3)$$

Siendo:

L_{min} = Longitud mínima del tramo de transición del peralte (m)

P_f = Peralte final con su signo (%)

P_i = Peralte inicial con su signo (%)

B = Distancia del borde de la calzada al eje de giro del peralte (m)”.

Tabla 13*Radios mínimos y peraltes máximos*

Velocidad Directriz (km/h)	Peralte Maximo e(%)	Valor Limite de friccion fmax	Calculado Radio minimo (m)	Rodondeo Radio minimo
20	4.0	0.18	14.3	15
30	4.0	0.17	33.7	35
40	4.0	0.17	60.0	60
50	4.0	0.16	98.4	100
60	4.0	0.15	149.1	150
70	4.0	0.14	214.2	215
80	4.0	0.14	249.8	280
20	6.0	0.18	13.1	15
30	6.0	0.17	30.8	30
40	6.0	0.17	54.7	55
50	6.0	0.16	89.4	90
60	6.0	0.15	134.9	135
70	6.0	0.14	192.8	195
80	6.0	0.14	251.8	250
20	8.0	0.18	12.1	10
30	8.0	0.17	28.3	30
40	8.0	0.17	50.4	50
50	8.0	0.16	82.0	80
60	8.0	0.15	123.4	125
70	8.0	0.14	175.3	175
80	8.0	0.14	228.9	230
20	10.0	0.18	11.2	10
30	10.0	0.17	26.2	25
40	10.0	0.17	46.6	45
50	10.0	0.16	75.7	75
60	10.0	0.15	113.3	115
70	10.0	0.14	160.7	160
80	10.0	0.14	209.9	210
20	12.0	0.18	10.5	10
30	12.0	0.17	24.4	25
40	12.0	0.17	43.4	45
50	12.0	0.16	70.3	70
60	12.0	0.15	104.9	105
70	12.0	0.14	148.3	150
80	12.0	0.14	193.7	195

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Diseño de Carreteras
No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito

b. Pendientes

La pendiente de una carretera o camino es la inclinación longitudinal que tiene o se dispone a la plataforma de una carretera.

Pendientes mínimas. El MTC, especifica que: “En los tramos en corte se evitará el empleo de pendientes menores de 0.5%. Podrá hacerse uso de rasantes horizontales en los casos en que las cunetas adyacentes puedan ser dotadas de la pendiente necesaria para garantizar el drenaje”.

Pendientes máximas normales. En general, se considera deseable no sobrepasar los límites máximos de pendiente que están indicados en la tabla N° 14.

Tabla 14*Pendientes máximas normales*

Velocidad de diseño	Orografía tipo			
	Terreno plano	Terrno ondulado	Terreno montañoso	Terreno escarpado
20	8	9	10	12
30	8	9	10	12
40	8	9	10	10
50	8	8	8	8
60	8	8	8	8

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito.

Pendientes máximas excepcionales

“En tramos carreteros con altitudes superiores a los 3,000 msnm, los valores máximos de la tabla N° 06 para terreno montañoso o terreno escarpados se reducirán en 1%.

En general, cuando en la construcción de carreteras se emplee pendientes mayores a 10%, el tramo con esta pendiente no debe exceder a 180 m.

Es deseable que la máxima pendiente promedio en tramos de longitud mayor a 2000 m no supere el 6%, las pendientes máximas que se indican en la tabla N° 07 son aplicables”. **MTC (2008)**

c. Bombeo

“Las carreteras no pavimentadas estarán provistas de bombeo con valores entre 2% y 3%. En los tramos en curva, el bombeo será sustituido por el peralte. En las carreteras de bajo volumen de tránsito con IMD inferior a 200 veh/día, se puede sustituir el bombeo por una inclinación transversal de la superficie de rodadura de 2.5% a 3% hacia uno de los lados de la calzada”. **MTC (2008)**

d. Sobreancho

“La calzada aumenta su ancho en las curvas para conseguir condiciones de operación vehicular comparable a la de las tangentes. En las curvas, el vehículo de diseño ocupa un mayor ancho que en los tramos rectos. Asimismo, a los conductores les resulta más difícil mantener el vehículo en el centro del carril. Para velocidades de diseño menores a 50 Km/h

no se requerirá sobre ancho cuando el radio de curvatura sea mayor a 500 m. Tampoco se requerirá sobre ancho cuando las velocidades de diseño estén comprendidas entre 50 y 60 Km/h y el radio de curvatura sea mayor a 800 m”. **MTC (2008)**

Morales Sosa, Hugo, “en las curvas que poseen curvas de transición, el sobreancho debe ser colocado en la parte inferior de la curva o dividida igualmente en la parte exterior e inferior: La fórmula de cálculo propuesta por VOSHELL y recomendada por la AASHTO:

$$S_a = n(R - \sqrt{R^2 + L^2}) + \frac{V}{10\sqrt{R}} \dots\dots\dots$$

Dónde:

S_a: sobreancho (m)

n: número de carriles.

R: radio de la curva (m)

L: distancia entre el eje delantero y el eje posterior de vehículo (m)

V: velocidad directriz (Km./h.)”.

A. Características geométricas de la vía:

1. Superficie de rodamiento

Los anchos de la faja de rodadura recomendados por las Normas Peruanas, están en función del tipo de carretera y de la topografía que atraviesa, así como también en función de la velocidad Directriz.

2. Bermas

Su finalidad es servir de contención al borde del pavimento, así como también para el estacionamiento temporal de vehículos, circulación eventual de peatones y acémilas.

Según **MTC**, a través **del Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito**, indica que “A cada lado de la calzada, se proveerán bermas con un ancho mínimo de 0.50 m. Este ancho deberá permanecer libre de todo obstáculo incluyendo señales y guardavías. Cuando se coloque guardavías se construirá un sobre ancho de min. 0.50 m”.

3. Curvas horizontales

Las curvas horizontales son de dos clases: Curvas Circulares y Curvas de Transición.

Lauro Alonso Salomón, menciona que “las curvas horizontales están en función de dos elementos, los cuales son:

Radio de curvatura y Grado de curvatura.

Las curvas circulares son los arcos de círculos que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas; las curvas circulares pueden ser simples o compuestas, según se trate de un arco de círculo o más”.

Elementos de curvas horizontales

Los elementos de curvas horizontales que permiten su ubicación y trazo en el campo, son:

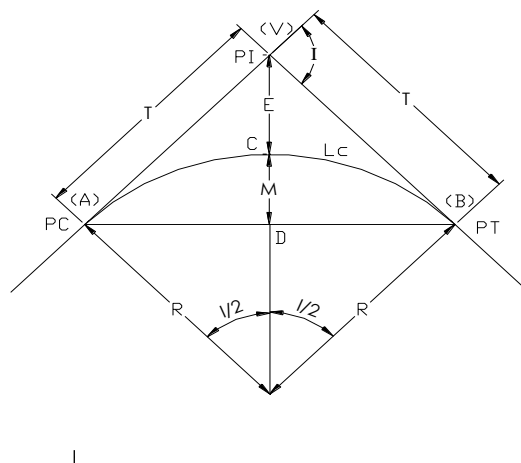


Figura 3: Elementos de una curva

Tabla 15

Elementos de Curvas Simples

Elemento	Símbolo	Fórmula
Tangente	T	$T = R \tan (I / 2)$
Longitud de curva	Lc	$Lc = \pi R I / 180^\circ$
Cuerda	C	$C = 2 R \text{ Sen } (I / 2)$
Externa	E	$E = R [\text{Sec } (I / 2) - 1]$
Flecha	F	$f = R [1 - \text{Cos } (I / 2)]$

Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras

Perfil longitudinal

Scipion, Eddy T., indica que “el perfil longitudinal está formado por la rasante constituida por una serie de rectas enlazadas por arcos verticales parabólicos, a los cuales dichas rectas son tangentes. Para fines de proyecto, el sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, siendo positivas aquéllas que implican un aumento de cota y negativas las que producen una pérdida de cota”.

Rasante

Viene a ser la superficie que queda una vez que se ha concluido con el pavimento.

Sub rasante

Es la línea de intersección del plano vertical que pasa por el eje de la carretera con el plano que pasa por la plataforma que se proyecta.

Consideraciones para ubicar la sub rasante.

En terreno llano, la rasante estará sobre el terreno por razones de drenaje, salvo casos especiales.

En terreno ondulado, por razones de economía, la rasante seguirá las inflexiones del terreno, sin perder de vista las limitaciones impuestas por la estética, visibilidad y seguridad.

En general la Subrasante debe ubicarse más en corte que en relleno. Lo ideal es compensar los cortes con los rellenos.

Según Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). “La subrasante es la capa superficial de terreno natural. Para construcción de carreteras se analizará hasta 0.45 m de espesor, y para rehabilitación los últimos 0.20 m”.

Curvas verticales

Son curvas parabólicas que se emplean para unir los diferentes tramos del alineamiento vertical de modo que siempre se tenga la visibilidad necesaria. Estas pueden ser Cóncavas o Convexas.

Así mismo, Cárdenas Grisales, James, agrega “Una curva vertical es aquel elemento del diseño en perfil que permite el enlace de dos tangentes verticales consecutivas, tal que a lo largo de su longitud se efectúa el cambio gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la pendiente de la tangente a la salida, de tal forma que facilite una operación vehicular segura y confortable. de eje vertical.

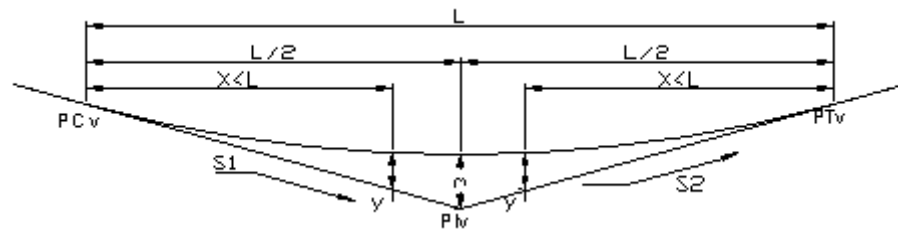


Figura 4: Curva cóncava simétrica

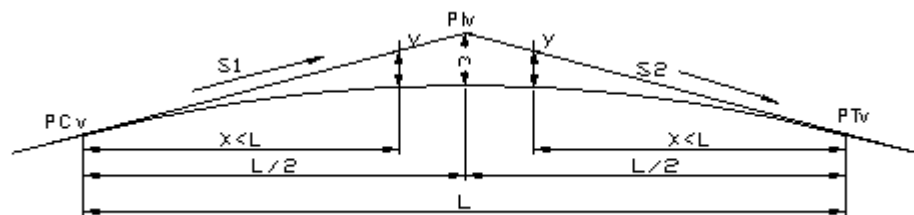


Figura 5: Curva convexa simétrica

Calculo de las curvas verticales

Para calcular las curvas verticales se sigue el siguiente procedimiento:

Determinar la necesidad de curvas verticales.

Precisar el tipo de curva vertical a utilizar.

Calcular la longitud de la curva vertical. Para esto debemos considerar las distancias de visibilidad de parada y/o sobrepaso, según sea el caso.

Longitud de las curvas verticales

Curvas verticales convexas

Eddy T. Scipion, “la longitud de curvas verticales convexas, viene dadas por las siguientes expresiones:

- Para contar con la Visibilidad de Parada (D_p): deberá utilizarse los valores de Longitud de Curva Vertical.
- Para contar con la Visibilidad de Sobrepaso (D_a)- Se utilizarán los valores de longitud de curvas Vertical.

Consideraciones estéticas

La longitud de curva vertical cumplirá la condición

$$L > \text{ó} = V$$

L : Longitud de la curva (m)

V: Velocidad Directriz (Kph)

Consideraciones

“Consideraciones que tenemos que tomar de las Nuevas Normas del Diseño Geométrico de Carreteras (DG-99)

En curvas Verticales Convexas deben tener las mismas distancias de Visibilidad adecuadas, como mínimo iguales a la de parada.

El proyecto de curvas Verticales, puede resumirse en cuatro criterios para determinar la longitud de las curvas:

Criterios de Comodidad.- Se aplica al diseño de curvas verticales cóncavas en donde la fuerza centrífuga que aparece en el vehículo al cambiar de dirección se suma al peso propio del vehículo.

Criterios de Operación.- Se aplica al diseño de curvas verticales con visibilidad completa, para evitar al usuario la impresión de un cambio súbito de pendiente.

Criterio de Drenaje.- Se aplica al diseño de curvas verticales convexas o cóncavas cuando están alojadas en corte, Para advertir a los diseñados la necesidad de modificar las pendientes longitudinales en las cunetas.

Criterios de Seguridad.- Se aplica a curvas cóncavas y convexas. La longitud de las curvas debe ser tal, que en toda la curva la distancia de visibilidad sea mayor o igual a la de parada. En algunos casos el nivel de servicio deseado puede obligar a diseñar curvas verticales con la distancia de visibilidad de paso.”

Cuando se desea contar con distancia de visibilidad de parada

Scipion Piñella, Eddy T. la longitud mínima de la curva vertical convexa se determina con las siguientes fórmulas:

Para $D_p \geq L$

$$L = 2D_p - (200(h_1 + h_2)^2 - A) \dots \dots \dots (5)$$

Para $D_p < L$

$$L = \frac{ADp^2}{(100(2h_1 + 2h_2)^2)} \dots\dots\dots(6)$$

Dónde:

L = Longitud de la curva vertical, m.

D_p = Distancia de visibilidad de frenado, m.

h_1 = Altura del ojo sobre la rasante (m)

h_2 = Altura del objeto sobre la rasante (m)

Cuando se desea obtener visibilidad de sobrepaso

Según **Scipion Piñella, Eddy T.** Se utilizarán las mismas que en (a); utilizándose como $h_2 = 1.30\text{m}$ considerando $h_1 = 1.07\text{m}$:

Para $D_a > o = L$

$$L = 2D_a - \frac{946}{A} \dots\dots\dots(7)$$

Para $D_a < L$

$$L = \frac{ADa^2}{946} \dots\dots\dots(8)$$

Dónde:

L = Longitud de la curva vertical, m.

D_a = Distancia de visibilidad de paso, m.

A = Diferencia algebraica de pendiente, %.

Curvas verticales cóncavas (simétricas - asimétricas)

Según **SCIPION PIÑELLA, EDDY T.** La longitud de las Curvas Verticales Cóncavas, viene dada por la siguiente expresión:

Para $D > o < L$

$$L = 2D_a - \frac{946}{A} \dots\dots\dots(9)$$

Para $D < L$

$$L = AD^2 / (120 + 3.5D) \dots\dots\dots (10)$$

Dónde:

D: Distancia entre el vehículo y el punto donde con un ángulo de 1° , los rayos de luz de los faros, intercepta a la rasante. **Scipion Piñella, Eddy T.** “Adicionalmente, considerando que los efectos gravitacionales y de fuerzas centrífugas afectan en mayor proporción a las curvas cóncavas, a fin de considerar este criterio se tiene que:

$$L = \frac{AV^2}{395} \dots\dots\dots (11)$$

Dónde:

L = Longitud de la curva vertical, m.

Da = Distancia de visibilidad de paso, m.

A = Diferencia algebraica de pendiente

V = Velocidad directriz (Kph)”.

2.5.2.1.8 Trazado del eje longitudinal

Scipion Piñella, Eddy T. , para efectos de realizar un mejoramiento, es necesario en primera instancia evaluar la vía y luego de ello se procede a definir el eje considerando para ello los tramos en los que solamente necesita ampliar radios, superficies de rodamientos, aligerar pendientes, colocar alcantarillas, badenes, pontones, puentes, etc.; así como aquellos tramos en los que se necesite variar la ubicación del eje, para lo cual debemos efectuar el reconocimiento, trazo de la línea de gradiente, poligonal y luego diseño del eje.

2.5.2.1.9 Nivelación del eje longitudinal

Lauro Ariel, Alonzo Salomón, definido el eje y estacado convenientemente, se procede a efectuar la nivelación de todas las estacas (Nivelación geométrica compuesta en circuitos de ida y vuelta), con la finalidad de calcular las cotas de dichas estacas, las mismas que posteriormente nos servirán para obtener el perfil longitudinal. Simultáneamente con el proceso de la nivelación se deben colocar los Bench Marks, a intervalos de 500 m. aproximadamente, los cuales deben ser debidamente numerados y momumentados.

Nivelación de una vía

Según **Lauro Ariel, Alonzo Salomón**, indica que “El alineamiento vertical, es la representación longitudinal del eje de un camino en el plano vertical, esto es ver el camino a través de sus niveles, cotas y alturas longitudinales y transversales. El proyecto de alineamiento vertical se inicia con la nivelación del trazo definitivo o alineamiento horizontal (planta del camino), lo cual nos da el perfil del terreno natural.

El alineamiento vertical se compone de 2 elementos: las tangentes y las curvas verticales.

Para poder diseñar el alineamiento vertical se requiere primero tener la nivelación del perfil del eje del camino proyectado en el alineamiento horizontal”.

2.5.2.1.10 Seccionamiento transversal

La sección transversal de una carretera en un punto de ésta, es un corte vertical normal al alineamiento horizontal, el cual permite definir la disposición y dimensiones de los elementos que forman la carretera en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural.

Scipion, Eddy T., “para agrupar los tipos de carreteras se acude a normalizar las secciones transversales, teniendo en cuenta la importancia de la vía, el tipo de tránsito, las condiciones del terreno, los materiales por emplear en las diferentes capas de la estructura de pavimento u otros, de tal manera que la sección típica adoptada influye en la capacidad de la carretera, en los costos de adquisición de zonas, en la construcción, mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento y en la seguridad de la circulación”.

Así mismo, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (**MTC**), indica que “las secciones transversales del terreno natural estarán referidas al eje de la carretera. El espaciamiento entre secciones no deberá ser mayor de 20 m. tramos en tangente y de 10 m en tramos de curvas con radios inferiores a 100 m. En caso de quiebres, en la topografía se tomarán secciones adicionales en los puntos de quiebre”.

Efectuado el estacado de la vía se procede al seccionamiento transversal de cada una de las estacas.

Procedimiento:

En cada progresiva, en forma perpendicular al eje, se tiende un jalón, sobre el cual se coloca el eclímetro.

Luego se lee el ángulo de inclinación; y se mide la distancia en que se desarrolla tal inclinación, anotando en la libreta bajo forma de quebrados la inclinación del terreno en porcentaje (en el numerador) y la distancia en metros (en el denominador).

Elementos

El **MTC**, los elementos que integran y definen la sección transversal son: ancho de zona o derecho de vía, calzada ó superficie de rodadura, bermas, carriles, cunetas, taludes y elementos complementarios.

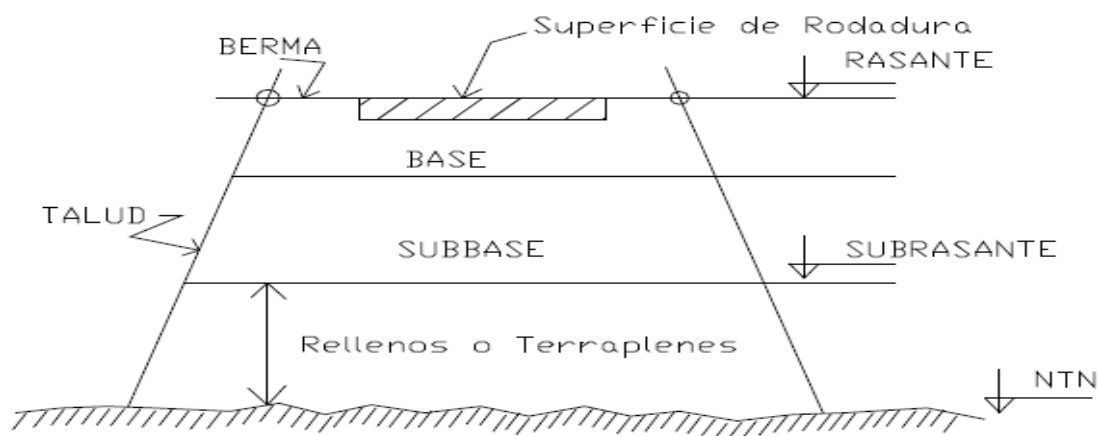


Figura 6: Superficie de rodadura

Taludes

El **Ministerio de Transportes y Comunicaciones**, especifica que:

Los taludes de corte de las carreteras varían según la naturaleza del material; así se pueden observar los siguientes taludes:

Tabla 16

Taludes de corte

Clase de terreno	Talud V:H
Roca Fija	10 : 1
Roca Suelta	4 : 1
Material suelto	3 : 1

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito.

Tabla 17

Taludes de relleno

Clase de terreno	Talud V:H
Enrocado	1 : 1
Suelos diversos compactados	1 : 1.5

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito.

2.5.2.2 Estudio de suelos y canteras

2.5.2.2.1 Generalidades

En el estudio de suelos se debe tener cuidado especial, ya que los elementos de la estructura que conforman la cimentación de cualquier tipo de obra de Ingeniería Civil, se encuentran por debajo de la superficie del terreno, por lo que es necesario conocer el perfil del subsuelo, el que nos proporcionará la información acerca de la clase de suelos y rocas existentes y nos indicara la profundidad a la que se encuentran las aguas subterráneas, así como el espesor de las diferentes capas que conforman el subsuelo.

Alva Hurtado, define a la mecánica de suelos como: “Una disciplina de la ingeniería que tiene por objeto el estudio de una serie de métodos, que conducen directa o indirectamente, al conocimiento del suelo en los diferentes terrenos sobre los cuales se va a erigir estructuras de índole variable. La enorme importancia de su conocimiento por el ingeniero moderno ha sido y es demostrada a diario por hechos por todos conocidos. El tratar de iniciar cualquier construcción sin llevar a cabo, primero, un estudio del suelo, es quizá uno de los mayores riesgos que pueden correrse en el campo de la ingeniería. Es imposible proyectar una cimentación adecuada para una estructura sin conocer el carácter del suelo que se encuentra bajo ella, ya que, en definitiva, es dicho suelo el que soportará la carga”.

2.5.2.2.2 Ensayos generales

El **MTC**, menciona que; conocidos los perfiles topográficos y fijada la sub rasante es necesario conocer los diferentes tipos de materiales que forma el subsuelo a diferentes profundidades para lo cual se efectuarán calicatas de 1.50 metros de profundidad.

Los ensayos de laboratorio a realizarse serán:

2.5.2.2.3 Ensayos de control o inspección

a. Compactación

Braja M.DAS, señala que “en general, la compactación es la densificación del suelo por remoción de aire, lo que requiere energía mecánica. El grado de compactación de un suelo se mide en términos de su peso específico seco. Cuando se agrega agua al suelo durante la

compactación, ésta actúa como un agente ablandador de las partículas del suelo, que hace que se deslicen entre sí y se muevan a una posición de empaque más denso”.

Es conveniente hacer notar que hay materiales que con un cierto grado de compactación se tornan muy expansivos en presencia de agua; este tipo de materiales no es conveniente utilizarlos en las obras viales en forma natural, pues si se compactan, aumentan su volumen y si se dejan con un grado bajo de compactación se deforman en forma apreciable en la operación. En caso de que por economía sea necesario utilizar alguno de estos materiales, deberá ser estabilizado con cal o cemento, lo cual, influirá en el costo.

J. Garber, Nicholas, “la resistencia del suelo compactado se relaciona directamente con la máxima densidad en seco que se alcanza mediante la compactación. La densidad en seco aumenta al aumentar el contenido de humedad hasta un valor máximo, obteniéndose el máximo grado de saturación, este no puede incrementarse con compactación adicional debido a la presencia de aire atrapado en los espacios vacíos y alrededor de las partículas. Por lo tanto, mayor adición de humedad resulta en que los vacíos se saturen con agua, sin que lo acompañe una reducción de aire”.

La consolidación es un fenómeno semejante a la compactación, pero se diferencia en que es un fenómeno natural que se lleva a cabo durante mucho tiempo, quizá siglos, y la disminución del volumen se efectúa a costa del aire y agua que contenga el suelo.

2.5.2.2.4 Ubicación y estudio de canteras

2.5.2.2.5

J.Garber, Nicholas, A.Loel, Lester, se tiene:

Los materiales de cantera son básicos para la construcción de carreteras y vías urbanas. Tienen que soportar los principales esfuerzos que se producen en la vía y han de resistir el desgaste por rozamiento de la superficie. Por tales motivos es importante conocer las propiedades y características de las canteras.

A. Ubicación:

Para la ubicación de las canteras se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

Tienen que ser los más fácilmente accesibles y los que se puedan explotar por los procedimientos más eficientes y menos costosos.

Tienen que ser los que produzcan las mínimas distancias de acarreo de los materiales a la obra.

Tienen que ser los que conduzcan a los procedimientos constructivos más sencillos y económicos durante su tendido y colocación final en la obra, requiriendo los mínimos tratamientos.

Los bancos deben estar localizados de tal manera que su explotación no conduzca a problemas legales de difícil o lenta solución y que no perjudiquen a los habitantes de la región.

P. Galabru “la elección del yacimiento o zona de cantera está condicionada por:

La naturaleza de la piedra o agregado.

La importancia de los terrenos inútiles que recubren el yacimiento explotable.

El espesor de los estratos explotables, su pendiente.

La importancia del material inútil entre estratos.

La posibilidad de localizar en la masa explotable un frente de longitud y altura tales que se pueda dar la producción diaria necesaria.

La situación respecto a las aglomeraciones habitadas y las vías de comunicación.

Los accesos y los medios de comunicación”.

Galabru P. T., así mismo recomienda, “la no explotación de una cantera con capas de diferente naturaleza, algunas de ellas indeseables, plantea un problema de clasificación muy difícil de resolver como no sea a mano, lo que obstaculizaría la mecanización y por consiguiente los grandes rendimientos la cual conduce a precios de costos elevados. Cuando el espesor del estrato es suficiente, es posible prever la explotación separada de los distintos estratos”.

Al hacer la elección de la cantera es necesario elegir aquella en la que la proporción de los materiales inútiles sea mínima.

Ibañez, Walter, “indica que los ensayos de los materiales deberán de ser dos tipos:

Estrato por estrato.

El conjunto de Materiales.

Así mismo, agrega que los ensayos de laboratorio para determinar las características físicas, químicas y mecánicas de los materiales de canteras de acuerdo al Manual de Ensayos de Materiales para Carretera del MTC:

Análisis”.

2.5.2.3 Hidrología y drenaje

El sistema de drenaje de una carretera tiene esencialmente dos finalidades:

Preservar la estabilidad de la superficie y del cuerpo de la plataforma de la carretera eliminando el exceso de agua superficial y la subsuperficial con las adecuadas obras de drenaje.

Restituir las características de los sistemas de drenaje y/o de conducción de aguas (natural del terreno o artificial construida previamente) que serían dañadas o modificadas por la construcción de la carretera y que, sin un debido cuidado en el proyecto, resultarían causando daños, algunos posiblemente irreparables en el medio ambiente.

Tabla 18

Períodos de retorno para diseño de obras de drenaje en carreteras de bajo volumen de tránsito

Tipo de obra	Período de retorno en años
Puentes y pontones	100(mínimo)
Alcantarillas de paso y badenes	50
Alcantarilla de Alivio	10 – 20
Drenaje de la plataforma	10

Hidrológica y cálculos hidráulicos

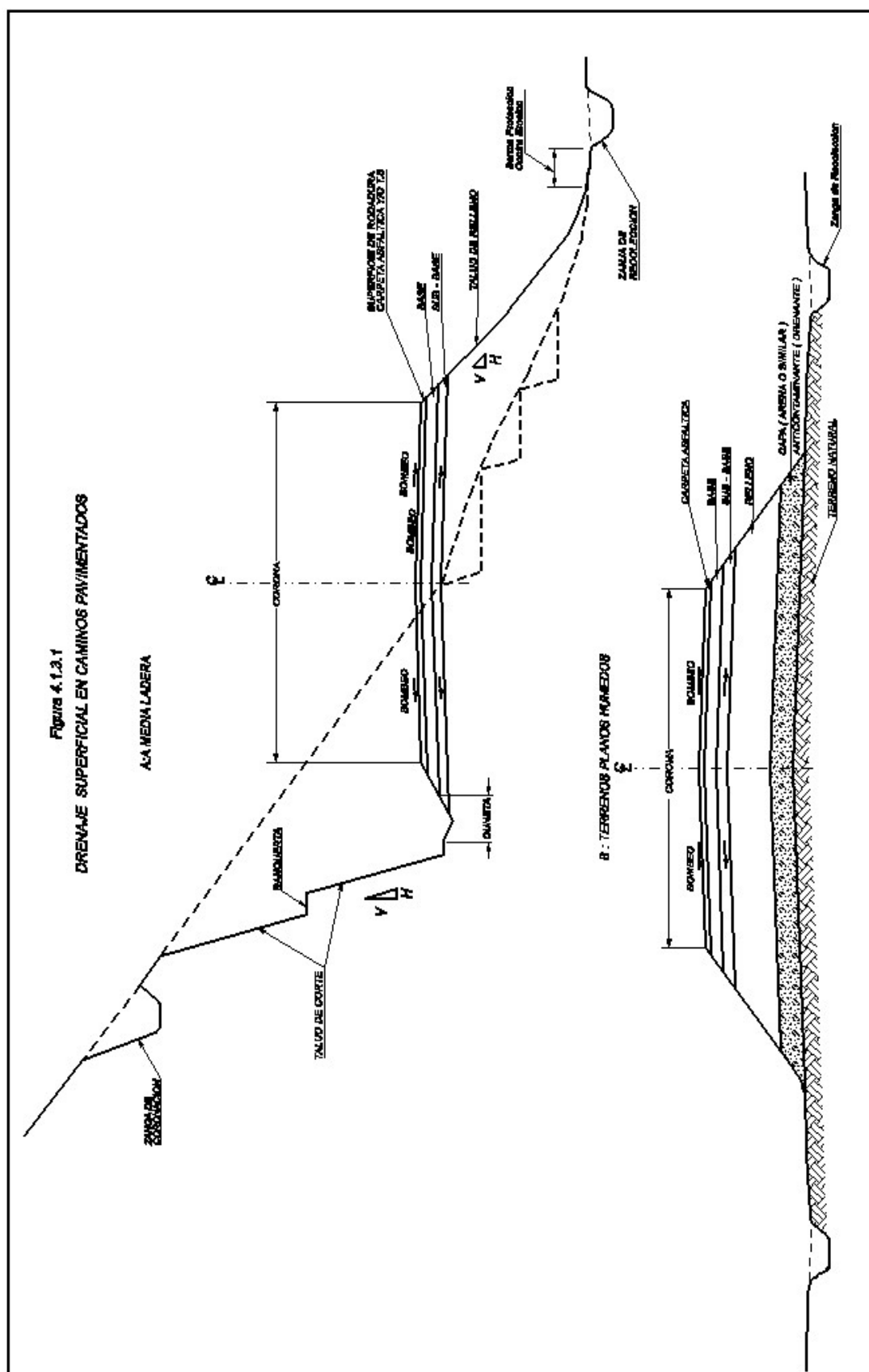
Las dimensiones de los elementos del drenaje superficial serán establecidas mediante métodos teóricos conocidos de acuerdo a las características hidrológicas de la zona por la que pasa la carretera y tomando en cuenta la información pluviométrica disponible.

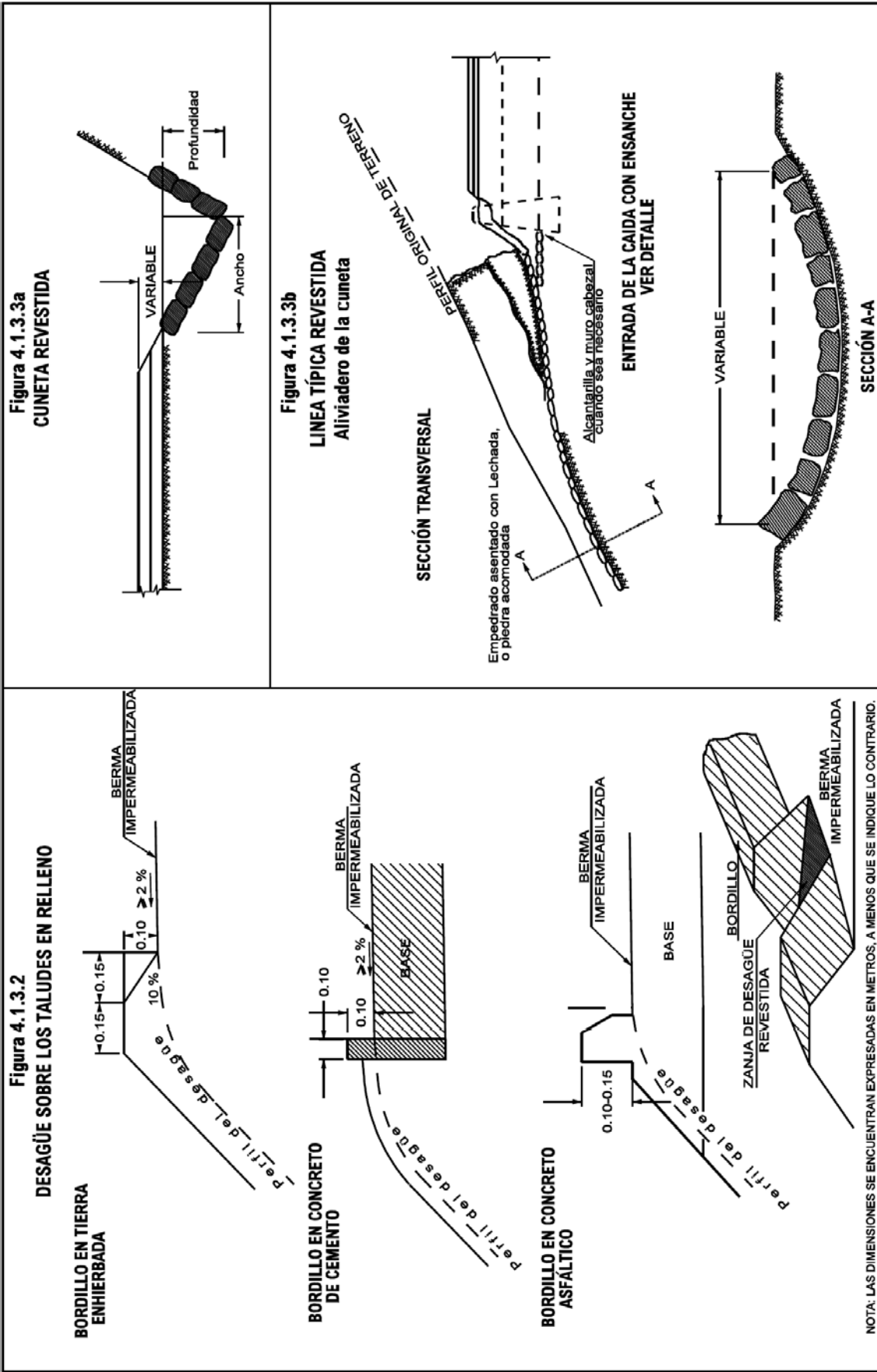
El método de estimación de los caudales asociados a un período de retorno depende del tamaño y naturaleza de la cuenca tributaria. Por su naturaleza representan casos especiales la presencia de lagos, embalses y zonas inundables que retengan o desvíen la escorrentía.

Cuando las cuencas son pequeñas, se considera pertinente el método de la fórmula racional y/o de alguna otra metodología apropiada para la determinación del caudal de diseño. Se consideran cuencas pequeñas a aquellas en que el tiempo de concentración es igual o menor a 6 horas.

Función del bombeo y del peralte

La eliminación del agua de la superficie de rodadura se efectúa por medio del bombeo en las secciones en tangente y del peralte en las curvas horizontales, provocando el escurrimiento de las aguas hacia las cunetas (figura 4.1.3.1).





2.5.3 Marco histórico

Sabemos que las vías de comunicación terrestre son requisitos indispensables para la realización de las principales actividades humanas y para el desarrollo de los pueblos. En ese sentido, el desarrollo de una nación depende en gran medida de la extensión y el estado de su red vial. En efecto, los caminos y carreteras condicionan a la capacidad y velocidad de movilización de personas y carga, que repercuten directamente en el progreso social, político y social.

2.6 Hipótesis

El Estudio Definitivo del Camino Vecinal Capirona, Porvenir, Zancudo, Soledad, distrito de Pajarillo, provincia de Mariscal Cáceres región San Martín permitirá contar con un buen trazo, para quedar expedito para la elaboración del Expediente Técnico para tramitar el financiamiento y que al ser ejecutado mejorará las condiciones socio - económicas de las poblaciones aledañas al proyecto.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales

Para el presente trabajo se ha hecho uso de lo siguiente:

3.1.1 Recursos Humanos

Tesistas

Asesor

Técnico de Laboratorio de Mecánica de Suelos

Digitador

Ayudantes

3.1.2 Recursos Materiales y servicios

Ensayos de Laboratorio

Material bibliográfico

Material de escritorio

Movilidad y viáticos

3.1.3 Recursos de Equipos

01 Computadora

01 Calculadora científica

01 Teodolito Marca Wild T-01

01 Nivel de Ingeniero Marca Wild

01 Brújula

3.2 Metodología de la investigación

3.2.1 Universo y/o muestra

Universo: Carreteras de la Región San Martín

Muestra: Camino Vecinal CAPIRONA, PORVENIR, ZANCUDO, SOLEDAD, DISTRITO DE PAJARILLO

Población: Localidades de CAPIRONA, PORVENIR, ZANCUDO, SOLEDAD, DISTRITO DE PAJARILLO - MARISCAL CACERES - SAN MARTÍN

3.2.2 Sistema de variables

Para probar la Hipótesis planteada, será necesario obtener los siguientes datos:

Variable Independiente:

Situación socio - económica actual.

Infraestructura vial existente.

Aplicación de estudios de ingeniería.

Variables Dependientes:

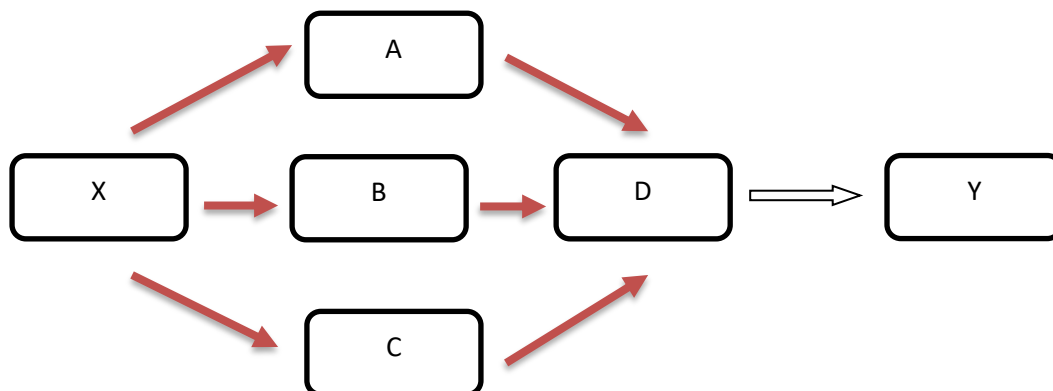
Diseño Geométrico del Camino Vecinal Capirona, Porvenir, Zancudo, Soledad, distrito de Pajarillo.

3.2.3 Tipos y nivel de la investigación

Tipo: Investigación aplicada

Nivel: Básico

3.2.3.1 Diseño del método de la investigación



X: *Situación inicial problematizada que requiere la intervención de estudio.*

A: Aplicación de estudio socio - económico para conocer la necesidad.

B: Estudios de Ingeniería para levantar información requerida.

C: Estudios especiales para complementar la información.

D: Estudios de compatibilidad de procesos y alternativas que respaldan la toma de decisión para definir la alternativa de solución.

Y: *Resultado de la intervención que presenta la alternativa de solución del estudio definitivo.*

3.2.4 Diseño de instrumentos

El levantamiento topográfico del Camino Vecinal será utilizado en la elaboración de los planos de planta, perfil y secciones del tramo en estudio.

3.2.4.1 Fuentes técnicas e instrumentos de selección de datos

Se utilizó Bibliografía Variada y adecuada para la Investigación, las cuáles se detallan en el marco teórico y en las referencias bibliográficas.

3.2.5. Procesamiento de la información

Los Procesamientos y presentación de Datos se hizo de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas de Diseño de Carreteras, y utilizando cálculos estadísticos adecuados con la finalidad de obtener resultados satisfactorios.

3.2.6 Diseño geométrico

El **Diseño geométrico de carreteras** es la técnica de ingeniería civil que consiste en situar el trazado de una carretera o calle en el terreno. Los condicionantes para situar una carretera sobre la superficie son muchos, entre ellos la topografía del terreno, la geología, el medio ambiente, la hidrología o factores sociales y urbanísticos.¹ El primer paso para el trazado de una carretera es un estudio de viabilidad² que determine el corredor donde podría situarse el trazado de la vía. Generalmente se estudian varios corredores y se estima cuál puede ser el coste ambiental, económico o social de la construcción de la carretera. Una vez elegido un corredor se determina el trazado exacto, minimizando el coste y estimando en el proyecto

de construcción el coste total, especialmente el que supondrá el volumen de tierra desplazado y el firme necesario.

Las carreteras se clasifican en función del número de calzadas, la dimensión del carril de la calzada o la dimensión del arcén. Cuanto mayor sean las dimensiones de la vía, más tráfico podrá soportar y más exigentes serán los parámetros de trazado, es decir, será necesario realizar radios mayores de curva, acuerdos verticales más extendidos o peraltes más inclinados. Al aumentar estos parámetros la carretera se ajustará menos al terreno, lo que encarece la carretera.

El dato más importante para el diseño es la **velocidad de proyecto**, que es a la máxima velocidad para circular con comodidad y seguridad.

3.2.7 Introducción a la geometría de la vía

La geometría de una carretera queda determinada en las 3 direcciones del espacio y queda fijada mediante 3 planos:

La **planta** donde se fijan las alineaciones horizontales

El **perfil longitudinal** donde se fijan las alineaciones verticales

El **perfil transversal** donde se fijan los peraltes, el bombeo y la inclinación transversal de la rasante.

Distancia de parada

Un conductor debe de ser capaz de ver una distancia por delante suficiente como para poder frenar en caso de encontrar un obstáculo.

Las alineaciones horizontales o alineaciones en planta (visto desde el punto de vista superior) son de tres tipos:

La alineación **recta**: Es una línea recta. Es la alineación más deseada, con buena visibilidad e ideal para carreteras que requieren amplios tramos de adelantamiento. A pesar de esto se ha demostrado que los conductores tienden a perder la concentración en tramos muy largos por lo que tienen que ser combinadas con otros tipos de alineaciones. La normativa española⁴ impone una limitación máxima para la longitud de las rectas que equivale a la longitud que recorre un vehículo a la velocidad máxima de la carretera durante 60 segundos, y una longitud mínima de recta de 10 segundos.

La alineación **curva** o **circular**: Las curvas de una carretera son circulares o sectores de circunferencia. Cuanto mayor sea el radio mayor será la velocidad que puedan alcanzar los vehículos al paso por curva.

La alineación de **transición**: la clotoide es la curva que va variando de radio según avanzamos de longitud. Las clotoides se intercalan entre las alineaciones rectas y las alineaciones curvas para permitir una transición gradual de curvatura. Todos los vehículos desarrollan una clotoide cuando van girando su eje director disminuyendo o aumentando la curvatura que describen. Las clotoides también permiten cambiar el peralte en su recorrido lo que posibilita que los vehículos no tengan que frenar antes de entrar en una curva.

3.2.8 Estudio de tráfico

El presente estudio de tráfico hace parte de los estudios que el Proyectista realizó para el proyecto “Rehabilitación del Camino Vecinal Capirona-Porvenir – zanudo – soledad, distrito de Pajarillo.”, su principal objetivo es el de determinar la demanda vehicular esperada para todas las vías a intervenir, teniendo como base el tránsito que circula por el tramo de estudio, es decir un tránsito generado.

El estudio de tráfico vehicular nos permite determinar el flujo de carga y pasajeros entre el lugar de origen y destino, conocer el volumen de vehículos que circulan en un tramo; a su vez nos permite proyectar el volumen de tráfico de la red, desarrollar y calibrar modelos de simulación de demanda de transportes, nos proporciona información básica para el planeamiento del sistema de transporte.

Debe destacarse el hecho de que la determinación del tráfico es de vital importancia para poder adelantar otras actividades como la de realizar el diseño adecuado de la estructura del afirmado, así como también del pavimento y la evaluación del proyecto, pues gran parte de los beneficios derivados del mismo son debidos a los ahorros en costos de operaciones.

El presente estudio de tráfico tiene por objetivo directo determinar el Índice Medio Diario Anual (IMDa) que circulara por la vía en estudio materia del presente proyecto, el mismo que posteriormente permitirá el cálculo del número de Ejes de Carga Equivalentes (EAL) para el dimensionamiento del tipo del pavimento que se determine.

Los trabajos de campo para el estudio de tráfico de la “Rehabilitación del Camino Vecinal

Capirona-Porvenir – Zancudo – Soledad, distrito de Pajarillo.” se efectuaron con la instalación de una estación denominada Capirona y se ubicó en el KM. 00+000, para lo cual se aplicó el método del conteo vehicular manual, encuestas de origen y destino de pasajeros y vehículos, a fin de obtener las principales características del tráfico vehicular.

Generalidades

El estudio de tráfico vehicular es muy importante porque nos permite cuantificar, clasificar y conocer el volumen de los vehículos que se movilizan por la carretera, así como estimar el origen - destino de los vehículos, elementos indispensables para la evaluación económica de la carretera y la determinación de las características de diseño de la carretera.

El Índice Medio Diario IMD; es definido en base al conteo de vehículos que usualmente recorren la vía a través de encuestas, cuando el IMD es menor a 200 veh/día, el diseño de la vía se efectuará de acuerdo al Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

El volumen del tráfico se determina a partir del conteo de vehículos que circulan por el camino, en una estación de control de tráfico determinada, indicando el día, hora, fecha y tipo de vehículos.

El desarrollo de este estudio contempla los siguientes alcances

Evaluación del tránsito existente

Metodología de trabajo de campo

Determinación del índice medio diario (IMD)

3.2.9. Criterios a considerar para un estudio de tráfico vehicular

A. Métodos de control

El Conteo Vehicular Pueden realizarse por medios automáticos o manualmente.

Medios Manuales

Suministran una información más completa durante períodos de tiempos cortos, sin embargo, requiere contar con suficiente personal adecuadamente preparado. Es un método costoso.

Para realizar conteo manual un clasificador (observador) anota el paso de cada vehículo por hora llenando un formato especial o actuando sobre unos contadores manuales.

Si las intensidades horarias son elevadas, son necesarios varios clasificadores; en caso de encuestas se detienen los vehículos en ambos sentidos; se procede a realizar una encuesta.

Medios Automáticos

Los contadores automáticos para el conteo pueden ser de tipo neumático, y en ellos un vehículo al pisar un tubo de goma extendido sobre la calzada trasmite un impulso a una membrana que cierra un circuito eléctrico.

Los contadores automáticos pueden ser: totalizadores que simplemente van acumulando todos los impulsos que reciben, y registradores dotados de un aparato de relojería que imprime sobre una cinta el número de vehículos que pasa cada cierto tiempo, en general una hora. Asimismo, se pueden utilizar aparatos de presión, electromagnéticos y electrónicos: de radar, ultrasónicos o infrarrojos.

En general y salvo instalaciones complicadas, los contadores mecánicos no sirven para conocer la composición del tráfico, por lo que han de completarse con datos manuales. Sin embargo, determinados aparatos pueden distinguir los vehículos en función de su peso, altura o longitud.

B. Estaciones de control

Estaciones Permanentes

Son estaciones de control donde se registra la información de la intensidad de la circulación en cada hora del año.

Estaciones Principales

Son estaciones que se ubican en tramos homogéneos y representativos, pueden realizarse en forma mensual, semanal o diario, según la variación del tráfico.

Se recomienda realizar toma de datos de manera continua las 24 horas del día durante 7 días de la semana, como mínimo.

Estaciones de Cobertura

Cada estación de cobertura debe representar un tramo de tráfico uniforme, generalmente son estaciones de tráfico de menor intensidad de circulación de vehículos, pueden realizarse en forma mensual, semanal o diario.

Se recomienda realizar toma de datos de manera continua las 24 horas del día durante 5 días de la semana, 4 días laborables y 1 día sábado o domingo, como mínimo.

C. Selección de estaciones

La selección de estaciones para el estudio de tráfico, está relacionada directamente con los únicos enlaces entre los dos distritos.

Reconocimiento previo de la Red

Realizar un recorrido de campo por el sector de las estaciones en donde se va a efectuar el estudio de tráfico con la finalidad de:

Observar los flujos vehiculares y sus nodos generadores de tránsito. por ejemplo, la existencia de poblaciones, puertos, fábricas, zonas agrícolas, etc., anotando su ubicación precisa.

Observar y anotar la ubicación de los desvíos con flujo importante; por ejemplo, acceso a una población, puerto ó fábrica; también los desvíos de rutas nacionales y/o departamentales. Verificar las estaciones de control "preliminares", anotando su ubicación real y los servicios básicos que pueda brindar allí ó en las cercanías, tales como restaurante, cafetería, teléfono, alojamiento, iluminación de la carretera, etc.

Anotar las "probables" estaciones de control que puedan ser alternativas de las anteriores señaladas.

Efectuar mediciones breves del flujo vehicular en las estaciones de control determinadas.

Al final de esta actividad, en gabinete se deberá tener en forma definitiva:

Ubicación precisa de estaciones de control y tramos homogéneos.

Establecimientos de servicios básicos para los encuestadores y clasificadores y lista de precios.

Listado de Universidades y/o Colegios que servirán más adelante para la contratación de personal local.

Criterios de Selección de Estaciones

La estación se ubicará en lo posible a una distancia intermedia entre centroides, es decir en un lugar equidistante entre centroides.

Las estaciones deberán estar ubicadas en los tramos homogéneos de la red vial estudiada

Las estaciones estarán ubicadas en lugares de fácil accesibilidad

En un lugar de la Vía con visibilidad para evitar accidentes

En lugares que minimicen las interrupciones en el tránsito

De preferencia se eligen estaciones en los emplazamientos de un servicentro de expendio de combustible (grifos), estaciones de peaje, puentes ó de un control policial/ militar, por ser lugares fácilmente ubicables.

Por otro lado, las estaciones se deben ubicar en zonas donde la visibilidad de la vía es buena, de tal manera que los encuestadores vean con anticipación los vehículos que se acercan. Asimismo, es preferible lugares donde exista iluminación nocturna. En general, las estaciones de control se deben ubicar en lugares tales que permitan captar el flujo vehicular representativo.

Para el presente estudio la cuantificación del tráfico actual de la carretera RUTA N° SM-885: Tramo: **Capirona - Soledad** se realizará por medios manuales determinándose los tramos homogéneos que se describen en el cuadro siguiente, los mismos que representan el flujo vehicular normal para la zona de influencia a lo largo de la vía.

Tabla 19

Estaciones de conteo vehicular

Tramo: Capirona - Soledad l=13 +260 km.

N°	Código	Estación	Tramo	Ubicación	Distancia
				Estación	(km.)
01	SM-885	Capirona	Capirona - Soledad	Capirona	13 + 260

Esquema de ubicación

Tramo: Ruta N° SM-885: Capirona - Soledad, l=13 +260 km.



3.3 Metodología

En el estudio de tráfico se efectuó las siguientes actividades:

A. Etapa de planificación

Obtención y Revisión de la información de fuente secundaria.

Reconocimiento de Ruta.

Determinación de Estaciones y tramos homogéneos.

Diseño de los formatos y esquema de conteo.

B. Etapa de organización

Programa de Actividades

Adquisición de materiales y equipos.

Contratación y Adiestramiento de Personal.

C. Etapa de ejecución

Movilización del Personal

Conteo y Clasificación Vehicular.

Supervisión

Desmovilización del Personal.

D. Etapa de procesamiento automatizado

Revisión y consistencia del trabajo de Campo.

Digitalización y Verificación.

Determinación de los factores de Corrección.

D.1 Revisión y consistencia del trabajo de campo

Una vez terminada la labor diaria de llenado de datos y encuestas de origen y destino, se realizó por parte del jefe de brigada las revisiones de la información y la consistencia del trabajo de campo realizado durante el día. Para realizar dicho proceso el jefe de brigada contó con el apoyo del coordinador en todo momento.

Estación Capirona (km 00+000)**Índice medio diario anual**

El índice medio diario anual se ha obtenido de la multiplicación del índice medio diario semanal x el factor de corrección obtenido del Ministerio de Transporte y Comunicaciones; en el caso de vehículos ligeros el factor es igual a 1.178276 y para vehículos pesados e igual a 1.100681.

$$\text{IMDa} = \text{FC} * \text{IMDs}$$

Donde:

$$\text{FC} = \text{Factor de corrección estacional}$$

$$\text{IMDa} = \text{Índice Medio Diario Anual}$$

A continuación, se presenta en los Índices medios diarios anuales para cada estación:

Estación Capirona (km 00+000)**Tabla 20**

IMD anual “Capirona - Soledad”

Índice medio diario anual, por sentido y tipo de vehículo, según tramos viales - año 2014 en valores absolutos y relativos

Tráfico Vehicular en dos sentidos por día											
Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total semana	IDMs	FC	IDMs
Automóvil	6	6	8	7	6	6	8	46	7	0.928181	6
Camioneta 4x4	3	4	4	4	4	5	5	29	4	0.928181	4
Camioneta Rural	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.928181	0
Camión 2E	3	1	2	2	2	2	2	15	2	0.944552	2
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.944552	0
TOTAL	12	10	14	13	12	13	16	90	13		12

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21*Porcentajes según clasificación vehicular “Capirona - Soledad”*

Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
Automóvil	6	50.00%
Camioneta 4x4	4	33.33%
Camioneta Rural	0	0.00%
Camión 2E	2	16.67%
Camión 3E	0	0.00%
IMD	12	100.00%

Fuente: Elaboración propia**Velocidad y tiempo de viaje**

El termino Velocidad se define como la relación entre el Espacio recorrido y el Tiempo que se tarda en recorrerlo, expresado en Km./h.

Por tanto, el Estudio de Velocidades tiene por objetivo medir la Calidad de la Operación a través de un Sistema de Transportes, tal es así que los conductores miden su Viaje por su Habilidad y Libertad en conservar uniformemente la Velocidad deseada. Así mismo la Velocidad es importante como elemento básico para el Proyecto de un Sistema Vial.

Objetivos

Determinar las velocidades de operación de los vehículos en el tramo de la carretera.

Conocer las diferentes Velocidades que adopta cada Tipo de Vehículo en particular.

Establecer Parámetros para la Operación y el Control de Tránsito en el Área de Estudio.

Análisis del sistema de transporte del entorno**Demanda del Transporte Público**

En la zona existe un sistema de transporte público algo restringido, es posible encontrar disponibilidad de vehículos de transporte de pasajeros tanto de auto, station wagon, camioneta rural.

Transporte no Motorizado (Peatones, Ciclista, Arreo de Ganados)

El tránsito de otros medios de transporte registrados en la estación de control es bajo por la difícil accesibilidad a la zona y en temporada de lluvias los vehículos transitan con gran dificultad lo que origina que los pobladores saquen sus productos cargando o en bestias de carga.

Proyección del tráfico

Generalidades

Las proyecciones del tránsito de los vehículos se consideran para un horizonte de planeamiento de 1 año para los procesos de aprobación, licitación y ejecución de obra y 10 años para el período de vida útil de la obra; por lo tanto, el número de años para la proyección del tráfico, a partir del presente año, es de $n = 10$ años.

Teniendo en cuenta que no se disponen de series históricas para realizar la proyección del tráfico se ha determinado en función de variables explicativas de demanda. Para el caso del transporte de carga se ha utilizado la tasa de crecimiento del PBI departamental promedio del Departamento de San Martín de los últimos años; es decir, del 2000 al 2010, correspondiente a 3.5%, tasa que se utilizará para proyectar los vehículos pesados; mientras que para los vehículos ligeros se tiene una tasa de 2.3%.

Tasas de crecimiento	
(TCP) - Vehículos ligeros	2.3%
(PBI) - Vehículos pesados	3.5%

Metodología

Las proyecciones del tráfico se han realizado sobre la base de la composición vehicular, considerando la carretera ya rehabilitada, es decir, basado en los volúmenes normales actuales y los incrementos del tránsito que se espera utilicen la nueva carretera rehabilitada.

La proyección del tráfico se determina a partir de la siguiente relación:

$$T_n = T_o * (1+r)^n$$

Donde:

T_n	:	Tránsito proyectado al año n
T_o	:	Tránsito actual (año base)
n	:	Años del periodo de diseño
r	:	Tasa anual de crecimiento

Trafico Normal

Para la proyección de la demanda de tráfico normal se ha considerado las tasas de crecimiento antes descritas, diferenciadas por cada tipo de vehículo.

Tasa de Crecimiento Región en %	de	$r_{vp} = 2.30$	Tasa de Crecimiento Anual de la Población	(para vehículos de pasajeros)
	x			
		$r_{vc} = 3.50$	Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional	(para vehículos de carga)

Tabla 22

Proyección de Trafico

Proyección de Trafico - Situación Sin Proyecto											
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tipo de Normal	12	12	12	12	12	13	13	14	14	14	14
Automóvil	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7
Camioneta 4x4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
Camioneta Rural	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboracion propia

3.4 Trafico Generado y Desviado

Trafico Generado

Considerando que el proyecto mejora el nivel de transitabilidad de la carretera vecinal, se espera generar un incremento en el flujo vehicular en el área de influencia del proyecto, consistente básicamente en el incremento de vehículos de mayor capacidad de carga y al mismo tiempo es muy probable que se incrementen las unidades de Pick Up y Autos que podrían circular en la zona. Además considerando las distintas potencialidades y el dinamismo socioeconómico de la zona, se estima la aparición de un tráfico generado igual al 10% respecto del tráfico normal.; debido básicamente a que una mejora en la vía posibilitará el incremento del transporte de mercancías agroindustriales y ganadera, haciendo más atractivo el ingreso de vehículos de mayor capacidad de transporte de pasajeros como los vehículos de transporte de carga de mayor tonelaje; puesto que los tiempos de viaje disminuirán, los costos de operación vehicular de manera similar y la seguridad de viaje mejorará considerablemente.

Trafico Total

La proyección del tráfico con proyecto viene constituida por la sumatoria de la proyección del tráfico normal, más el tráfico generado.

Finalmente, la demanda bajo las consideraciones antes descritas, quedaría conformado de la siguiente manera.

Tabla 23

Trafico Tráfico Generado por Tipo de Proyecto

Tipo de Intervención	% de Tráfico
	Normal
Rehabilitación	10

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones - MTC

Tabla 24

Proyecto de tráfico – con proyecto

Proyeccion de Trafico - Con Proyecto											
Tipo de Vehiculo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tipo de Normal	12	12	12	12	12	13	13	14	14	14	14
Automovil	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7
Camioneta 4x4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
Camioneta Rural	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camion 2E	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Camion 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trafico Generado	0	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
Automovil	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Camioneta 4x4	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
Camioneta Rural	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camion 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camion 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IMD TOTAL	12	13	13	13	13	14	14	16	16	16	16

Fuente: Elaboracion propia

Determinación del índice medio diario anual (IMDA)

Del análisis realizado al tránsito que circula en la Carretera Vecinal al Puerto Bermúdez, los Índices Medio Diario Anual proyectados son:

Tabla 25*Estación N° 1*

Tipo de IMDA	Tipo de vehículos	N° de vehículos/día
IMDA Actual	Vehículos Ligeros	10
	Vehículos Pesados	2
	Total	12
IMDA Proyectado	Vehículos Ligeros	14
	Vehículos Pesados	2
	Total	16

Estudio de impacto ambiental

El estudio de Impacto ambiental para el Mejoramiento del Camino Vecinal, se ejecutó dentro del marco de normatividad ambiental estipulada para la Rehabilitación y Mejoramiento de Caminos Vecinales.

Se ejecuta mediante la secuencia de las siguientes actividades:

Descripción del proyecto: comprende el análisis de los diseños, procesos y actividades del proyecto, ya sea durante su mejoramiento, así como durante su operación.

Evaluación sistemática: Comprende la caracterización ambiental del área por donde discurre el Camino vecinal, y su ámbito de influencia, mediante la identificación de sus componentes ambientales.

Análisis Ambiental: Comprende la identificación y evaluación de las probables alteraciones que puedan ocurrir, como resultado de los trabajos de Mejoramiento y su repercusión en parámetros ambientales.

Gestión Ambiental: Se establece dentro del marco de las leyes y normatividad vigentes así como de la responsabilidad de las organizaciones competentes. En tal sentido se estipulan las acciones a desarrollar en el marco del plan de manejo ambiental.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Estudio de topografía

Generalidades

Introducción

Para encarar la solución de los problemas sociales y económicos del País, y en particular para incrementar la calidad de vida de la población rural, así como para restablecer la comunicación entre el campo y la ciudad, propiciando el retorno de la población campesina a sus comunidades de origen, la Municipalidad Distrital de Pajarillo a fijado metas, para lo cual ha adoptado políticas que incluyen objetivos de corto, mediano y largo plazo.

Una de estas políticas consiste en incrementar la inversión prioritaria en la Rehabilitación Del Camino Vecinal Capirona, Porvenir, Zancudo, Soledad, que haga posible la reactivación económica.

Objetivos

Mejorar la transitabilidad en la carretera vecinal Capirona, Porvenir, Zancudo, Soledad en el distrito de Pajarillo.

Descripción del trabajo realizado

Ubicación del proyecto

El tramo de la Carretera Vecinal se encuentra ubicado en las localidades de Capirona, Porvenir, Zancudo, Soledad de la Provincia de Mariscal Cáceres, Distrito de Pajarillo, perteneciente al Departamento de San Martín.; ubicado en la zona Nor Oriental del país.

Vías de acceso y comunicación

El acceso a la zona de proyecto se da desde: Tarapoto - Juanjui; por la carretera Presidente Fernando Belaunde Terry Tramo Sur (antes carretera Marginal Sur), con una distancia aproximada de 132.00 km y llegando en un tiempo de 2.5 hora en automóvil, para luego dirigirse al puerto Tarata y cruzar el rio Huallaga a través de balsa motor, luego siguiendo la Carretera que conduce Puerto Tarata – Alto Cuñumbuza, se llega al caserío de Capirona en un tramo de 22 km desde el puerto Tarata, para luego hacer ingreso hacia los caseríos de Porvenir – Zancudo y Soledad.

Trabajo de campo

Levantamiento topográfico

Los trabajos realizados para la recopilación de información topográfica en campo se describen en tres etapas de recopilación de información.

Poligonal de apoyo

Se utilizó como poligonal de apoyo al eje definido en campo promediando el ancho de camino existente generando rectas que se intersectan a la cuales se les denomina PIs.

Sobre el eje definido se estaco las progresivas a cada 20m en tangentes y 10 metros en curva. La deflexión de curvas horizontales en campo se realizó con el método de distancia.

Nivelación Geométrica Cerrada

El estacado en campo con eje definido y con curvas horizontales deflexionadas nos permitió recopilar los datos del perfil longitudinal sobre el eje, transportando cotas mediante una nivelación geométrica cerrada y colocando BMs cada 500 metros.

Seccionamiento

Se recopilaron datos de seccionamiento del terreno en cada estaca perpendiculares al eje a una distancia de 20 metros aproximadamente de cada lado.

Planimetría

Georeferenciacion GPS

Descripción del Sistema GPS

El sistema GPS es una tecnología aeroespacial financiada por el gobierno de los Estados Unidos, con participación de individuos y corporaciones expertos en comunicaciones, La base del sistema es una constelación de 21 satélites y 3 de repuesto ubicados en 6 planos. Cada satélite le da 2 veces diariamente la vuelta al mundo en una órbita fijada aproximadamente a 10,900 millas náuticas, la información que provee es precisa y se transmite en tiempo real.

Altimetría

Nivelación geométrica

La nivelación tiene por objeto determinar diferencias de cota entre varios puntos del terreno. Se denomina cota a la distancia entre las superficies de nivel de referencia y la superficie de

nivel que contiene el punto. Se llama altitud cuando está referida al nivel del mar. Para distancias pequeñas las superficies de nivel se consideran horizontales y paralelas.

Tipos de nivelación

Nivelación Geométrica:

Se utiliza la nivelación geométrica para trabajos de alta precisión ya que con este método se pueden obtener más precisas las diferencias de nivel entre puntos estratégicos.

En la nivelación geométrica, distinguimos dos tipos de nivelación, nivelación simple y nivelación compuesta y consiste en determinar desniveles entre puntos mediante visuales horizontales y el fundamento es el siguiente:

Nivelación simple:

Se determina el desnivel entre los puntos mediante una única posición del instrumento. Para ello deben darse dos condiciones:

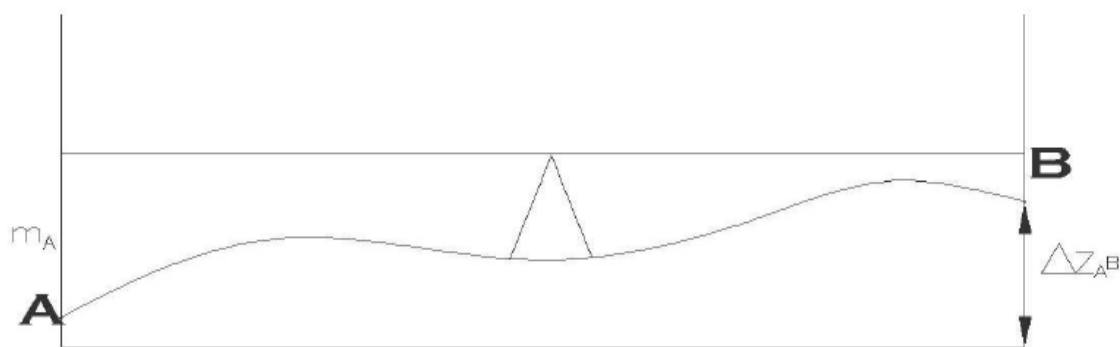
Que la diferencia de nivel entre los puntos sea tal que la longitud de la miras permita determinarla. Si se utilizan miras convencionales máximo de 4 m, ese es el máximo desnivel que se puede determinar mediante una medida:

Correspondería a tener en una lectura 0 metros en un punto mínimo y 4 metros como máximo en el otro.

Que la distancia que los separa sea tal que las lecturas a las miras puedan realizarse y obtener una buena visual para realizar la lectura.

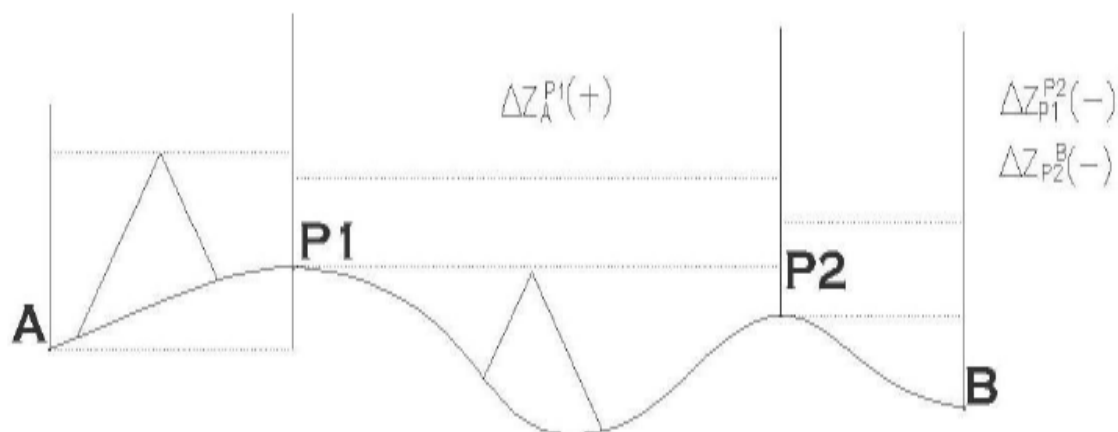
Nivelación compuesta

Se hace cuando es necesario situar el nivel en varios sitios porque alguna de las dos condiciones anteriores no se cumple.



Esquema Nivelación Simple

Por ejemplo, para obtener el desnivel entre el punto A y B, se necesita realizar varias mediciones y desniveles a puntos intermedios hasta llegar al punto final ya que supera las visuales para realizar las lecturas a la mira.



Esquema Nivelación Compuesta

Para realizar este tipo de nivelación se utilizan niveles mecánicos, automáticos y/o niveles electrónicos con lectura en la mira con código de barras que permite evitar los errores de lectura manual además le permite medir distancias para poder obtener más rápidamente las pendientes que existan entre un punto y otro.

Nivelación del proyecto

Una vez materializados los vértices de las poligonales se llevó a cabo la nivelación geométrica de precisión por el método de nivelación compuesta ya que por su longitud se necesitaba realizar traslados de cota para ir conociendo las nuevas alturas de los siguientes vértices, así como también los Bms, ubicados a lo largo del proyecto.

Levantamiento topográfico de detalles

Consiste en localizar los detalles que se encuentren a los costados y/o largo del área del proyecto identificando sus características más relevantes; el levantamiento de detalles se puede distribuir de acuerdo a las características y/o especificaciones del proyecto.

Modelo digital de terreno (MDT) y curvas de nivel

Una vez obtenido el levantamiento topográfico y la planimetría en dibujo se realiza el modelo digital del terreno (MDT), una estructura numérica de datos que representa la distribución espacial de una variable cuantitativa y continua, consta en generar una Red Irregular de Triángulos (TIN), representación de superficies continuas derivada de una

estructura de datos espacial generada a partir de procesos de triangulación. Una malla TIN conecta una serie de puntos a través de una red irregular de triángulos cuyos vértices se corresponden con dichos puntos, los cuales tienen las coordenadas x, y y z de donde se localizan.

Con todos los puntos encontrados del levantamiento topográfico, se generan el mayor número de triángulos equiláteros con el fin de generar la forma del terreno.

Una vez obtenido el MDT se realizó una interpolación matemática del DTM se generaron las curvas de nivel equidistantes a cada metro de acuerdo a las especificaciones del proyecto, además obteniendo la representación de la topografía en planta del terreno.

Esta labor fue desarrollada por el programa de CAD de Autodesk CIVIL3D que permite realizar este tipo de trabajos obteniendo resultados óptimos y así poder plasmar el terreno real en forma virtual.

Para visualizar el modelo digital solo es posible digitalmente, para ello se debe constar con un programa específico (CIVIL 3D, etc.) el cual permite ver la triangulación en forma 3D y generar un renderizado 3D.

Tabla 26*Listado de BMs*

Listado de BMs.	
BM 00	404.000
BM 0.5	414.808
BM 1.0	422.694
BM 1.5	430.520
BM 2.0	435.207
BM 2.5	432.486
BM 3.0	431.809
BM 3.5	436.302
BM 4.0	440.204
BM 4.5	448.780
BM 5.0	427.654
BM 5.5	424.180
BM 6.0	429.533
BM 6.5	417.302
BM 7.0	416.571
BM 7.5	408.984
BM 8.0	407.009
BM 8.5	405.014
BM 9.0	409.631
BM 9.5	422.780
BM 10.0	453.897
BM 10.5	445.318
BM 11.0	435.598
BM 11.5	417.791
BM 12.0	408.477
BM 12.5	404.199
BM 13.0	401.345

4.2 Diseño geométrico

Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico se ha realizado horizontalmente sobre el eje existente; verticalmente ha sido necesario realizar algunas modificaciones con la finalidad de uniformizar las pendientes evitándose la sinuosidad vertical y por otro lado también se ha realizado con fines de drenaje

Alineamiento Horizontal

El levantamiento del eje del camino se ha realizado mediante una poligonal abierta siguiendo el alineamiento del camino existente, manteniendo en lo posible el ancho actual del camino y tratando de aprovechar al máximo la plataforma existente, dando como consecuencia un camino sinuoso con tangentes cortas y abundancia de curvas

4.3 Levantamiento de datos e informaciones disponibles

Curvas de Volteo

No presenta.

Derrumbes

No se observa

Baches

En ciertas partes del tramo presenta plataforma a nivel de terreno natural en regular estado; el resto se encuentra en mal estado (baches) y ahuellamientos profundos.

Cruces de Agua

Progresiva

Km. 5 + 693	: Pase de agua quebrada.
Km. 5 + 935	: Pase de agua quebrada.
Km. 7 + 190	: Pase de agua quebrada.
Km. 8 + 517	: Pase de agua quebrada.

Soluciones Técnicas

Construcción de Badenes y alcantarillas, con cabezales de concreto, en esta etapa no se considera las obras mayores como son los puentes de los cruces de agua.

Características geométricas de diseño

Las características geométricas de una vía dependen fundamentalmente de la velocidad directriz adoptada, de la composición y volumen del tránsito proyectado, a fin de satisfacer las condiciones mínimas que permitan circular, los determinados tipos de vehículos en el camino.

Clasificación

De acuerdo al “Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito”, aprobado mediante R.M. N° 303-2008-MTC/02, la presente carretera pertenece

al **Sistema Vecinal**, de la tabla 3.5. 1.a. y del cálculo del IMD proyectado (22 veh/día) se tienen los siguientes parámetros:

Carretera	= Vecinal
Vd	= 30 km/h
Ancho Superf. Rodadura	= 5.00 m.
Ancho de Bermas	= 0.50 m. (ambos lados)

Parámetros Básicos para el Diseño:

Con la finalidad de tener como base al “Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito” asumiremos que:

Velocidad Directriz

La velocidad directriz, según las Normas, para un camino vecinal con un IMD= 22 veh/día le corresponde una velocidad directriz de 30 km/hora, la misma que será reducida en un 20 % en las curvas de volteo, la que nos permite de este modo calcular el radio mínimo a emplear.

Cálculo del Índice Medio Diario se tiene que:

IMD= 22 veh/día.

Ancho Superf. Rodadura.

De la Tabla 3.5.1a (ver Manual DCNPBVT); se tiene que le corresponde un ancho mínimo en tangente de 4.00 mt. y del ítem 3.5.2. se tiene que le corresponde un ancho mínimo de 0.50 mt. de berma a cada lado de la vía; por lo tanto:

Ancho Superficie de Rodadura =5.00 m.

Plazoleta de Cruce

Del Manual DCNPBVT ítem 3.5.4 se tiene que se deben construir cada 1 km. ensanches en la plataforma cuya área será de 30.00x3.00 mt.

Tipo de Superficie de Rodadura:

Camino Afirmado con Material Granular

4.4 Geometría del trazo

La geometría del trazo realizado del camino en el presente Estudio, ha sido en base a los Términos de Referencia y el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito; adecuándonos en lo posible a la topografía del terreno y al ancho determinado por el IMD y los parámetros de diseño.

Alineamiento horizontal

El levantamiento del eje del camino se ha realizado mediante una poligonal abierta siguiendo el alineamiento del camino existente, manteniendo en lo posible el ancho actual del camino y tratando de aprovechar al máximo la plataforma existente, dando como consecuencia un camino

Radio mínimo

Según “Manual para el Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito”; el radio mínimo está en función de la velocidad directriz (V_d), del peralte (e) y del coeficiente de fricción lateral (f), de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$R = \frac{V_d^2}{127 * (0.01 * e_{\text{máx}} + f_{\text{máx}})} \dots\dots\dots (3)$$

Datos: $V_d = 30 \text{ Km/h,}$

$e = 5\%$ (Normas para CBVT Ver ítem 3.2.6)

$f = 0.23$

$f_{\text{máx}} = 0.24$

Reemplazando los valores tenemos un radio mínimo **$R_{\text{mín}} = 26.00 \text{ m.}$**

En curvas de volteo de radios reducidos será reducida la velocidad en un 15% (30 Km/h) obteniéndose un radio mínimo excepcional **$R_{\text{mín.excep}} = 15.00 \text{ m}$** para el tipo de vehículos que circularán en mayor volumen por el camino (Vehículo ligero).

Bombeo = 2.5% (ver Manual CBVT ítem 3.5.1)

Alineamiento vertical

La rasante del camino se ha diseñado, tratando de pegarse al máximo al perfil longitudinal del terreno para lo cual se ha considerado una longitud mínima de cambio de pendiente de

30 m, enlazados con curvas verticales parabólicas, cuando la diferencia de pendientes de dos tramos consecutivos sea mayor o igual a 2%.

Pendientes

El tramo carretero discurre sobre terrenos ondulados y por consiguiente la Pendiente Máxima, para una velocidad de 30 km/h., será de 12% de acuerdo al “Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito” cuadro 3.3.3^a

Curvas verticales

Para nuestro caso, Camino Vecinal, se han utilizado curvas verticales parabólicas cuando la diferencia algebraica de pendientes adyacentes sea mayor o igual de 2%. Adoptándose una longitud de curva mínima de 30 m, para curvas cóncavas y convexas, con el propósito de adecuarse al máximo al perfil vertical del terreno natural.

Sección transversal

Las secciones transversales, de todas las estacas del eje incluyendo aquellas donde se proyectan obras de arte, han sido tomadas siguiendo la configuración del terreno hasta 25 m a cada lado y en forma perpendicular al eje. Las estacas donde se proyectan obras de drenaje han sido seccionadas siguiendo el curso de agua y no necesariamente perpendicular al eje.

Calzada

Estarán conformados por la superficie de rodadura, más los sobreanchos en curvas y excedentes de la plataforma existente.

Superficie de rodadura

En concordancia al Perfil Técnico; y teniéndose en cuenta que el Camino pertenece al Sistema Vecinal y de acuerdo al Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de

Bajo Volumen de Tránsito” recomienda un ancho de 5.00 ml., para $50 < \text{IMD veh/día}$, una velocidad directriz de 30 km/h; adoptándose un ancho de 5.00 mt., con sobreanchos en las curvas (numeral 3.6.4).

Bermas

A ambos lados de la calzada se proyecta 0.50 mt. de bermas.

Sobreanchos

Los sobreanchos adoptados para las curvas horizontales y de volteo con la finalidad de no realizar cortes excesivos de taludes altos, aplicando la fórmula que se muestra, para la velocidad de diseño de 30 km/h, se indican:

$$S = n \left(R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

Donde: n: N° de carriles

R: Radio de la curva

L: Longitud entre ejes del vehículo considerado

V: Velocidad Directriz Km/h

Reemplazando los diferentes radios se obtienen los siguientes valores de sobreanchos a emplear:

Tabla 27

Sobreanchos adoptados

Velocidad Km/h	Peralte %	Rango de Radios (m)	Sobreancho (m)	Sobreancho adoptado(m)
<u>30</u>	<u>2.00</u>	<u>≥ 100</u>	<u>0.40</u>	<u>0.40</u>
<u>30</u>	<u>4.00</u>	<u>100 - 50</u>	<u>0.62</u>	<u>0.65</u>
<u>30</u>	<u>5.00</u>	<u>50 - 20</u>	<u>1.16</u>	<u>1.20</u>
<u>34</u>	<u>6.00</u>	<u>≤ 20</u>	<u>1.16</u>	<u>1.20</u>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28*Resumen de parámetros de diseño*

Parámetro	Valor
Topografía	Ondulada
Clasificación del camino	Camino Vecinal de Tránsito Bajo
Velocidad Directriz	30 Km/h
Radio Mínimo de Curvas Horizontales	15.00 m
Longitud Mínima de Curvas Verticales	30.00 m
Ancho de Superficie de Rodadura	5.00 m
Sobreancho	Min.0.30, máx.4.50
Bombeo de Superficie de Rodadura	2.5%
Peralte en Curvas	Variable, 6% máximo
Taludes de Corte	
Suelos Consolidados y Compactos Material	4:1
Suelto	3:1
Conglomerados Comunes	4:1
Roca Suelta	10:1
Roca Fija	
Taludes de Relleno	
Enrocados	1:1
Suelos Diversos Compactados	1:1.5
Cunetas sección triangular	1.0 0.50

Fuente: Elaboración propia

Se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 29*Descripción topográfica longitudinal del terreno*

Progresiva	Long	Talud		Descripción
		Proy. H:	Pendiente (%)	
00+000 - 00+040	40	1:1	+0.880	Inicio de Tramo en el Caserío Capirona
00+040 - 00+200	160	1:1	+2.200	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud de relleno.
00+200 - 00+320	120	1:1	+0.790	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
00+320 - 00+440	120	1:1	+1.320	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
00+440 - 00+520	80	1:1	+6.220	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud de corte.
00+520 - 00+560	40	1:1	-3.660	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud de corte y los 10 últimos metros en relleno.
00+560 - 00+640	80	1:1	+3.930	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
00+640 - 00+680	40	1:1	+7.785	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
00+680 - 00+720	40	1:1	-4.800	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud de corte.
00+720 - 00+760	40	1:1	+0.290	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
00+760 - 00+800	40	1:1	-10.540	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
00+800 - 00+900	100	1:1	+3.254	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
00+900 - 00+960	60	1:1	+2.710	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
00+960 - 01+020	60	1:1	+8.890	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
01+020 - 01+080	60	1:1	-2.400	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.

01+080 - 01+120	40	1:1	+3.810	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
01+120 - 01+160	40	1:1	+9.785	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
01+160 - 01+200	40	1:1	+2.450	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
01+200 - 00+240	40	1:1	+5.900	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
01+240 - 01+280	40	1:1	+2.880	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
01+280 - 01+320	40	1:1	+0.000	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
01+320-01+360	40	1:1	+6.395	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
01+360-01+400	40	1:1	-1.420	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
01+400-01+460	60	1:1	+7.027	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
01+460-01+520	60	1:1	+8.890	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
01+520-01+620	100	1:1	-2.765	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
01+620-01+680	60	1:1	-0.102	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
01+680-01+780	100	1:1	+0.656	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
01+780-01+860	80	1:1	-0.320	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
01+860-01+900	40	1:1	+5.785	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
01+900-01+980	80	1:1	+9.390	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
01+980-02+060	80	1:1	-7.230	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
02+060-02+100	40	1:1	-1.820	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
02+100-02+280	180	1:1	+0.332	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.

02+280-02+400	120	1:1	+0.214	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
02+400-02+480	80	1:2	+3.540	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
02+480-02+580	100	1:2	-0.648	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
02+580-02+660	80	1:2	-1.250	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
02+660-02+700	40	1:2	+0.100	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
02+700 - 02+740	40	1:2	+1.020	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
02+740 - 02+780	40	1:2	+4.675	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
02+780 - 02+860	80	1:2	+1.275	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
02+860 - 02+920	60	1:2	-2.120	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
02+920 - 02+960	40	1:1	-4.430	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
02+960 - 02+980	20	1:1	+0.000	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
02+980 - 03+020	40	1:2	-1-810	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
03+020 - 03+060	40	1:2	+1.970	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
03+060 - 03+100	40	1:2	+4.350	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
03+100 - 03+160	60	1:2	+4.980	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
03+160 - 03+200	40	1:2	-3.980	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
03+200 - 03+260	60	1:2	-1.740	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
03+260 - 03+380	120	1:2	-3.630	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.

03+380 - 03+440	60	1:2	-3.020	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
03+440 - 03+500	60	1:2	-0.050	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
03+500 - 03+540	40	1:2	-1.820	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
03+540 - 03+620	80	1:2	-0.160	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
03+620 - 03+680	60	1:2	-2.980	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
03+680 - 03+780	100	1:2	-0.410	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
03+780 - 03+860	80	1:1	+2.560	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
03+860 - 03+900	40	1:1	-0.785	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
03+900 - 03+940	40	1:2	+1.475	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
03+940 - 04+000	60	1:2	+0.383	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
04+000 - 04+060	60	1:2	+0.480	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
04+060 - 04+160	100	1:1	+1.224	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
04+160 - 04+240	80	1:2	+6.280	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
04+240 - 04+340	100	1:2	+10.820	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
04+340 - 04+440	100	1:2	+2.688	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
04+440 - 04+520	80	1:2	-8.915	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
04+520 - 04+580	60	1:2	-11.965	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
04+580 - 04+620	40	1:1	-7.470	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
04+620 - 04+720	100	1:2	-5.273	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.

04+720-04+780	60	1:2	+4.410	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
04+780 - 04+840	60	1:2	-5.400	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
04+840 - 04+920	80	1:2	-5.960	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
04+920 - 04+980	60	1:1	+0.705	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
04+980 - 05+020	40	1:1	+5.380	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
05+020 - 05+100	80	1:1	-1.375	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
05+100 - 05+200	40	1:1	-0.960	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
05+200 - 05+240	40	1:2	-0.960	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
05+240 - 05+300	60	1:2	+4.460	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
05+300 - 05+340	40	1:2	-6.510	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
05+340 - 05+400	60	1:2	-2.750	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
05+400 - 05+440	40	1:2	+0.500	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
05+440 - 05+600	160	1:2	+0.462	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
05+600 - 05+680	140	1:1	-3.026	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
05+680 - 05+700	20	1:1	+0.000	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
05+700 - 05+780	80	1:1	+4.380	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
05+780 - 05+820	40	1:2	-5.600	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
05+820-05+900	40	1:2	+2.104	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
05+900 - 05+960	30	1:2	+0.000	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.

05+960 - 06+120	160	1:2	+11.075	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
06+120 - 06+220	100	1:2	-11.680	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
06+220 - 06+260	40	1:1	-12.000	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
06+260 - 06+340	80	1:2	-5.284	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
06+340 - 06+440	100	1:2	+2.786	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
06+440 - 06+500	60	1:2	-6.800	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
06+500 - 06+660	160	1:1	-1.334	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
06+660 - 06+720	60	1:1	+1.033	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
06+720 - 06+780	60	1:2	-4.772	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
06+780 - 06+840	60	1:2	+4.502	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
06+840 - 06+900	60	1:2	-4.767	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
06+900 - 06+960	60	1:2	-0.028	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
06+960 - 07+080	120	1:2	-0.677	Tramo de la carretera donde se ubica el Caserío Porvenir.
07+080 - 07+140	60	1:1	-0.617	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
07+140 - 07+190	50	1:2	+0.510	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
07+190 - 07+240	50	1:1	+9.728	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
07+240 - 07+280	40	1:1	-3.938	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
07+280 - 07+320	40	1:1	-8.700	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
07+320 - 07+380	60	1:1	-5.478	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.

07+380 - 07+460	80	1:1	-2.478	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
07+460 - 07+540	80	1:2	-0.190	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
07+540 - 07+600	60	1:2	-1.142	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
07+600 - 07+680	80	1:1	+0.090	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
07+680-07+800	20	1:2	-0.884	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
07+800-07+900	100	1:2	+0.601	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
07+900 - 07+980	80	1:2	-1.321	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
07+980 - 08+060	80	1:2	+0.445	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
08+060 - 08+120	60	1:1	-1.637	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
08+120 - 08+200	80	1:2	-0.651	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
08+200-08+260	60	1:2	-0.300	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
08+260 - 08+300	40	1:2	-1.685	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
08+300 - 08+400	100	1:1	+0.030	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
08+400 - 08+500	100	1:2	-0.472	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
08+500 - 08+530	30	1:1	+0.000	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
08+530 - 08+600	70	1:1	+10.613	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
08+600 - 08+680	80	1:2	-2.400	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
08+680 - 08+780	100	1:2	-5.480	Tramo de la carretera donde se ubica el caserío Zancudo
08+780 - 08+840	60	1:1	+0.117	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.

08+840 - 08+940	100	1:2	+0.971	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
09+940-09+020	80	1:2	+5.089	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
09+020-09+060	40	1:2	+6.108	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
09+060 - 09+100	40	1:2	-0.205	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
09+100 - 09+140	40	1:1	-3.770	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
09+140 - 09+180	40	1:2	+3.575	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
09+180-09+240	60	1:2	+1.100	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
09+240 - 09+300	60	1:2	+2.982	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
09+300 - 09+360	60	1:1	+0.875	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
09+360 - 09+420	60	1:2	+2.700	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
09+420 - 09+500	80	1:2	+2.644	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
09+500 - 09+560	60	1:1	+6.013	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
09+560 - 09+600	40	1:1	+11.973	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
09+600 - 09+680	80	1:2	+4.373	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
09+680 - 09+840	160	1:1	+11.858	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
09+840 - 09+940	100	1:1	+2.980	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
09+940 - 09+980	40	1:2	-4.077	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
9+980 - 10+060	50	1:1	-0.374	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
10+060 - 10+120	60	1:2	-7.842	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.

10+120 - 10+160	40	1:2	-1.900	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
10+160 - 10+260	100	1:1	-3.984	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
10+260 - 10+350	90	1:2	-0.661	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
10+350 - 10+405	55	1:2	-3.485	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
10+405 - 10+500	95	1:2	+2.989	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
10+500 - 10+540	40	1:2	+8.188	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
10+540 - 10+580	40	1:2	2.425	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
10+580 - 10+640	60	1:2	+9.050	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
10+640-10+680	40	1:2	-7.803	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
10+680-10+720	40	1:2	-3.980	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
10+720 - 10+760	40	1:2	-0.425	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
10+760 - 10+820	60	1:1	-3.992	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
10+820 - 10+880	60	1:1	-9.238	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
10+880 - 10+960	80	1:1	-4.675	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
11+960 - 11+040	50	1:1	-7.150	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
11+040 -11+090	50	1:1	-2.710	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
11+090-11+220	130	1:2	-2.841	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
11+220-11+440	220	1:1	-2.915	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
11+440-11+460	20	1:1	-2.275	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.

11+460 -11+500	40	1:1	-5.063	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
11+500 -11+600	100	1:1	-2.181	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
11+600 -11+660	60	1:1	-1.908	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
11+660 -11+720	60	1:2	-3.218	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
11+720 -11+760	40	1:1	-2.100	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
11+760 -11+820	60	1:2	-1.437	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
11+820-11+880	60	1:1	+0.000	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
11+880 -12+060	180	1:1	-2.000	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
12+060 -12+140	80	1:1	-1.238	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
12+140-12+200	60	1:1	-1.688	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
12+200 -12+240	40	1:1	-0.250	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
12+240 -12+360	120	1:1	-2.194	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
12+360 -12+400	40	1:1	-3.280	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
12+400 -12+480	80	1:2	+1.463	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
12+480-12+560	80	1:1	+8.550	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
12+560 -12+600	40	1:1	-1.875	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
12+600 -12+640	40	1:1	-5.025	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
12+640 -12+700	60	1:1	-0.008	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
12+700 -12+740	40	1:1	+2.750	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.

12+740 - 12+790	50	1:1	+9.346	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
12+790 - 12+840	50	1:1	-10.220	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
12+840 - 12+900	60	1:2	-6.017	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
12+900 - 12+980	80	1:2	-2.891	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
12+980 - 13+080	100	1:1	-2.639	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
13+080 - 13+120	40	1:2	-0.000	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
13+120 - 13+150	50	1:1	+12.000	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
13+150 - 13+220	50	1:1	-7.002	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
13+220 - 13+260	40	1:1	-11.463	Tramo final de la carretera y llegada al Caserío Soledad.

Fuente: Elaboración propia

4.5 Conclusiones

La progresiva inicial del Trazo se inicia en el Km. 00+000 y concluye en el Km. 13 + 260, obteniendo una longitud de 13.260 Km.

Los BMs y los Pis se encuentran monumentados en hitos de concreto y referenciados para su fácil identificación, sus características propias se indican en los planos de planta y perfil. La topografía del terreno es semi-accidentado a accidentado y se desarrolla a media ladera, las pendientes varían entre • +- 0.50 % a • +-12.00 %.

La sección típica proyectada es de un solo tipo a nivel de subrasante, con un ancho a nivel de superficie de rodadura de 5.00 m con bermas 0.50 m a cada lado.

El tráfico del estudio tiene un índice Medio Diario de 22 Veh/día, con un alto porcentaje de camionetas (más del 50%)

Se ha proyectado convenientemente la ubicación de las señales Preventivas, Informativas y Reglamentarias; así como los Hitos Kilométricos.

El ancho mínimo de la faja de dominio será de 15 metros (Carretera 3ra Clase), teniéndose una Zona de Propiedad Restringida de 10 m, en las cuales se prohíben cualquier tipo de construcción que afecten la seguridad o visibilidad y que dificulten ensanches futuros.

CAPITULO V

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Análisis y Discusión de los Resultados

De la situación actual

A través de los resultados de la situación actual de la localidad de [localidades de](#) Capirona, Porvenir, Zancudo, Soledad, distrito de Pajarillo - Mariscal Cáceres - San Martín se puede resaltar que la principal actividad económica es la agropecuaria, con mayor incidencia en la actividad agrícola, siendo los principales cultivos el maíz, café, cacao, plátano, yuca entre otros, los cual se conducen en condiciones de mediana tecnología, pero no está tecnificada a nivel parcelario.

Su principal mercado de venta se encuentra en la provincia de Mariscal Cáceres, Por tal motivo es necesario mejorar las condiciones de transitabilidad para evacuar de forma oportuna, los excedentes de producción agropecuaria hacia los principales mercados de consumo locales, regionales y nacionales, además se podrá trasladar a los enfermos de gravedad hacia los hospitales.

El proyecto correspondiente al “diseño geométrico del camino vecinal de las [localidades de](#) Capirona, Porvenir, Zancudo, Soledad, distrito de Pajarillo - Mariscal Cáceres - San Martín”, comprende una longitud de $KM = 13.260$ según el perfil; esta carretera se desarrolla sobre terrenos de topografía media accidentada por lo que la geometría del eje ha sido diseñada adaptándose a la topografía del terreno.

Las características geométricas de la carretera se obtuvieron respetando los parámetros exigidos por las Normas Peruanas de Carreteras, y por ser esta una vía de tercera clase los parámetros excepcionales suelen salir a relucir en el diseño del mismo, permitiendo así lograr una geométrica más compacta.

Este estudio contribuirá como una alternativa de solución técnico-económica para la construcción de la carretera a nivel de afirmado, la vía se encuentra dentro de la categoría de tercera clase con una longitud de $6+900$ Km, por la cual se consideró para el diseño del espesor del afirmado el Manual de Carreteras No Pavimentadas con Bajo Volumen de

Transito, ya que se trata de una carretera de índice Medio Diario (IMD), menor a 200 vehículos por día.

En la exploración del subsuelo o terreno de fundación, se ejecutó un total de 14 calicatas o excavaciones a cielo abierto, ubicadas convenientemente de tal manera de cubrir el área en estudio y determinar su perfil estratigráfico, para la determinación del CBR, Grado de Compactación y demás características, permitiéndonos estos datos conjuntamente con el índice del tráfico determinar el espesor del pavimento. Predominando los suelos arcillosos y limosos, por lo que estos suelos no serán utilizados para rellenos donde los tramos necesiten llegar a la cota de la subrasante.

5.2 Diseño geométrico de la carretera

Para el desarrollo del diseño, se utilizó las normas del diseño para Caminos Vecinales de bajo volumen de transito del Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú.

5.3 Contratación de la hipótesis

Mediante el planteamiento realizado a través del estudio definitivo se tendrá la facilidad de encaminar la formalidad de proyecto de inversión pública a nivel de estudio definitivo y buscar el financiamiento para su ejecución de tal manera que las poblaciones de las **localidades de** Capiroña, Porvenir, Zancudo, Soledad, distrito de Pajarillo - Mariscal Cáceres - San Martín Nueva Florida contará con una vía en condiciones óptimas para el traslado rápido, eficaz y seguro de sus productos agrícolas. Ante este resultado se confirma la hipótesis.

La hipótesis, es correcta, porque el estudio definitivo para el afirmado de la carretera permitirá contar con los requisitos para poder solicitar su financiamiento y así al ser ejecutada para tener un camino en condiciones de transitabilidad y en consecuencia mejorará las condiciones socioeconómicas de la población.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Con la elaboración de la propuesta diseño se lograrán los niveles de seguridad, comodidad y de estética, necesarios para que el diseño geométrico del camino vecinal, tenga los niveles de servicialidad, adecuados para los volúmenes de tránsito actuales, garantizando su funcionabilidad mientras cumple su vida útil.

En vista que el tramo en estudio posee un alineamiento vertical y horizontal con condiciones favorables para el diseño, se concluye que se mantendrá la mayor parte de las condiciones existentes para no generar cambios que afecten en gran forma las propiedades aledañas a la vía, manteniendo a la vez las medidas que exigen las normas en base a la clasificación de la carretera.

Del estudio hidrológico se obtuvieron los datos en cuanto a precipitación y escorrentía superficial, siendo estos los más precisos y en base a los caudales que llegan a la carretera se calcularon las obras de drenaje para la evacuación de la de los mimos y prolongar la vida útil de la obra.

Se concluye que las velocidades de diseño utilizada fueron obtenidas en base a radios de curvatura y demás factores que se incluyen en el diseño geométrico de la vía, integrando lo que son señales preventivas, restrictivas y de información general.

Tomando en cuenta las características de la vía como, por ejemplo, que estaría expuesta a saturación se determinó que la alternativa más aceptable es el uso de concreto hidráulico para lo cual se utilizaran métodos de diseño confiables en la determinación de los espesores de la estructura de pavimento.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda hacer un ajuste a la oferta económica propuesta, basado en los precios de mercado para el periodo de ejecución del proyecto.

Se recomienda mantener el diseño geométrico propuesto ya que este fue determinado mediante un estudio profundo de las condiciones de la carretera y obtenido en base a todos los elementos que lo integran.

En lo que se refiere a las obras de drenaje propuestas se recomienda respetar sus dimensiones y ubicación ya que estas fueron obtenidas mediante un minucioso estudio hidrológico.

Para compensar algunos cambios en el medio ambiente se recomienda la forestación en los lugares apropiados con árboles que no interfieran en el óptimo funcionamiento de la vía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Instituto Nacional de Estadística e Informática (2007), *Censo Poblacional*.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones: *Especificaciones Técnicas de Rehabilitación*

Mejoramiento y Mantenimiento de Caminos Vecinales; Lima Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones: *Manual Ambiental para la Rehabilitación y Mantenimiento de Caminos Rurales*, Lima Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones: *Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito*, Lima Perú.

Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción: *Reglamento de Señalización*, Lima Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones: *Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras y Normas para el Diseño de Caminos Vecinales*, Lima Perú.

PONCE, J. *Estudio Definitivo a nivel de ejecución del Camino Vecinal Calzada - Sector Potrerillo Km 0+000 - Km 2+920*, Informe de Ingeniería, Tarapoto Perú.

RIOS VARGAS, CALEB, *Diseño Geométrico y Asfaltado de la Avenida Circunvalación - Tarapoto*, Informe de Ingeniería, Tarapoto Perú.

ANEXOS

PLANOS